

Aus der Universitäts-Hautklinik Freiburg i. Br.
(Direktor: Prof. Dr. K. W. Kalkoff)
und der Universitäts-Hautklinik Gießen
(Direktor: Prof. Dr. L. Illig)

Max Hundeiker
UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE VASCULARISATION DES HODENS

Habilitationsschrift
zur Erlangung der Venia legendi
an der Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

Gießen 1970



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Universitäts-Hautklinik Freiburg i. Br.

(Direktor: Prof. Dr. K. W. Kalkoff)

und der Universitäts-Hautklinik Gießen

(Direktor: Prof. Dr. L. Illig)

Max Hundeiker

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE VASCULARISATION DES HODENS

Habilitationsschrift

zur Erlangung der Venia legendi

an der Medizinischen Fakultät

der Justus Liebig-Universität Gießen



Gießen 1970

Aus der Universitäts-Hautklinik Freiburg i.Br.
(Direktor: Prof. Dr. K.W. Kalkoff)
und der Universitäts-Hautklinik Gießen
(Direktor: Prof. Dr. L. Illig)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VASCULARISATION DES HODENS

Habilitationsschrift

zur Erlangung der Venia legendi
einer hohen Medizinischen Fakultät
der Justus-Liebig-Universität
zu Gießen

1970

vorgelegt von

Dr.med. Max Hundeiker

geboren in

Tempelburg



I n h a l t

=====

I. Einleitung und Fragestellung	2
II. Material und Methoden	6
III. Ergebnisse und Befundbesprechung	
1. Die Arterien des Hodens und ihre Verbindungen	13
2. Äste und Anastomosen der Hodenarterien	20
3. Unterbindungsversuche an Hodenarterien	37
4. Die Ausbreitung der Arterien im Hodeninneren	40
5. Die Blutkapillaren im Hodenparenchym	74
6. Befunde an Hodengefäßen nach Cadmiumnekrose	88
7. Befunde an Hodengefäßen nach Venenunterbindung	104
8. Die Venen im Hodeninneren und ihre Verbindungen	110
9. Die Lymphgefäße im Hodeninneren und ihre Verbindungen	123
10. Der Plexus pampiniformis und sein Aufbau	149
11. Varicocelenbildung und Varicocelenbehandlung	162
12. Das Gefäßconvolut der Vasa spermatica als Ganzes	187
IV. Zusammenfassung der Ergebnisse	201
V. Literaturverzeichnis	205
VI. Sachverzeichnis	244

I. Einleitung

I. 1.: Entwicklung und Bedeutung der klinischen Andrologie

Etwa 12 % aller Ehen im Bundesgebiet bleiben ungewollt kinderlos (vgl. z.B. STOLL, 1964). Einerseits gelingt es vielfach kaum, in sozial schwachen Familien eine "Familienplanung" im Sinne einer Beschränkung der Geburtenzahl unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und erzieherischer Möglichkeiten zu erreichen. Andererseits ist es bisher häufig nicht möglich, solchen Familien zum ersehnten Nachwuchs zu verhelfen, die unter günstigen Bedingungen Kinder aufziehen könnten. In fast der Hälfte der Fälle sind die Ursachen für die Infertilität der Ehe überwiegend oder allein auf Seiten des Mannes zu suchen (vgl. auch Übersicht bei JORDAN und NIERMANN, 1969). Mit zunehmender Verbreitung dieser Kenntnis gewinnt die noch junge Disziplin der klinischen Andrologie an Umfang und Bedeutung. Kennzeichnend hierfür ist, daß in letzter Zeit der Patientenzugang der andrologischen Beratungsstellen ständig progressiv zunimmt. In der Freiburger Hautklinik verstärkte er sich in den letzten beiden Jahren erheblich. Anderenorts sind ähnliche Entwicklungen zu beobachten (vgl. z.B. JORDAN und NIERMANN, 1969). Soweit im Folgenden eigene klinische Angaben verwendet werden, basieren sie auf der Auswertung der Unterlagen von 2700 bis Juli 1969 erfaßten Patienten der androlo-

gischen Beratungsstelle der Universitäts-Hautklinik
Freiburg i.Br.

I. 2.: Häufigkeit vasculär bedingter Fertilitäts- störungen

Das erwähnte Material gibt Hinweise auf die Bedeutung vasculär bedingter Fertilitätsstörungen. z.B. fanden sich bei 21% aller andrologischen Patienten mehr oder weniger stark ausgeprägte Varicocelen und bei $2/3$ dieser Varicocelenträger schwere pathologische Spermio-grammveränderungen. Die Zunahme des Anteils an Varico-celenpatienten gegenüber früheren Jahren (z.B. AFFLER-BACH et al., 1968) dürfte auf vermehrte Zuweisungen als Folge der auf die Therapienotwendigkeit hinweisen-
den Veröffentlichungen zurückgehen. Bei etwa 6% der an-
drologischen Patienten war eine Leistenbruchoperation vorausgegangen: Mehr als die Hälfte davon wiesen schwere pathologische Spermiogrammbefunde auf. Ein großer Teil dieser Schäden dürfte vasculäre Ursachen haben (vgl. auch NEUMANN, 1960; BOHNSTEDT, 1961; NIERMANN, 1966).
Zwar ergeben sich heute durch verbesserte Methoden Hoff-
nungen auf verringerte Operationsrisiken in dieser Hin-
sicht beim kindlichen Leistenbruch (SCHIRREN, 1965;
1966; SCHIRREN und STEENO, 1966) und Hodenhochstand.
Insgesamt jedoch dürften nach wie vor im andrologischen Patientengut in einem relativ großen Teil der Fälle vasculäre Störungen der Fertilitätsminderung zugrunde liegen. Auch die noch wenig bekannte Malakoplakie des

Hodens (vgl. z.B. BÜNZLI, 1968; GREEN, 1968; WAISMAN und RAMPTON, 1968) ist ein gefäßgebundener Prozess und verschiedene Chemosterilisantien (vgl. ERICSSON, 1970) wirken bei Warmblütern durch primär vasculäre Schädigung. Da, besonders beim Menschen (HUNDEIKER und KELLER, 1963; HUBER et al., 1968; HUNDEIKER, 1969), die normale Gefäßarchitektur im Hoden und ihre pathologischen Veränderungen immer noch unzureichend bekannt sind, erscheint eine weitere Untersuchung derselben lohnend. Hierfür sollen im Folgenden einige Beispiele angeführt werden.

I. 3.: Notwendigkeit weiterer Untersuchung der Hodengefäße

Während einerseits die Art des Zustandekommens der Hodenparenchymschädigung und Spermatogenesestörung z.B. bei Varicocelenträgern noch keineswegs völlig geklärt ist (HORNSTEIN, 1964), ja noch nicht einmal einheitliche Auffassungen über die primär von der Varicocelenbildung betroffenen Gefäßanteile und ihre Abflußbereiche bestehen (vgl. DZIALLAS, 1949; HANLEY und HARRISON, 1952; GÖSFAY, 1959) besteht andererseits kein Zweifel an der Notwendigkeit einer rechtzeitigen operativen Korrektur der Gefäßstörung zur Besserung und Erhaltung der Spermatogenese (z.B. MEYHÖFER und WOLF, 1960; AFFLERBACH et al., 1968; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968). Unzweckmäßige Durchführung der Varicocelenoperation kann jedoch (HUNDEIKER, 1970) die Fertilität gefährden. Um wirklich das beste Verfahren zu finden, ist eine ausreichende Kenntnis der zugrundeliegenden Gefäßarchitektur Voraus-

setzung, ehe operative Versuche und klinisch-andrologische Nachuntersuchungen folgen können. Z.B. dürften ungünstige Ergebnisse früherer lokaler Varicocelenoperationsverfahren z.T. auf unbeabsichtigte Obstruktion des Lymphabflusses zurückgehen (HUNDEIKER, 1969; 1970).

Über die Lymphgefäßarchitektur insbesondere des menschlichen Hodens sind vor allem durch die große Monographie von RUSZNYÁK, FÜLDI und SZABÓ (1957) unzutreffende Vorstellungen gegenwärtig allgemein verbreitet (vgl. Zusammenstellungen bei HUNDEIKER, 1961; HUNDEIKER und KELLER, 1963; HUNDEIKER, 1969). Aber auch die Angaben über Anordnung und Ausbreitung der Arterien im Hoden entsprechen in den meisten Lehrbüchern der menschlichen Anatomie gegenwärtig noch nicht den tatsächlichen Verhältnissen (HUNDEIKER und KELLER, 1963). Dabei ist eine eingehende Kenntnis des Verlaufes der proximalen Arterienäste Voraussetzung für die Vermeidung von Risiken bei der operativen Behandlung des Hodenhochstandes wie bei der Herniotomie. Ebenso wichtig ist eine genaue Kenntnis der Endäste bei Eingriffen am Hoden selbst (HUNDEIKER und v. MULERT, 1966; MAUSS et al., 1969). Auch über die Kapillararchitektur des Hodens und seiner Hüllen (vgl. HUNDEIKER, 1965; 1966) ist die Detailkenntnis noch gering; ultrastrukturelle vergleichende Untersuchungen der Hodenkapillaren fehlen noch weitgehend. Mit den folgenden Untersuchungen soll versucht werden, etwas zur Schließung dieser Lücken beizutragen.

II. Material und Methoden

II. 1.: Allgemeines

Anordnung, Bau und Einbau der Arterien, Venen und Lymphgefäße im normalen Hoden wurden beim Menschen und, um Anhaltspunkte für grundsätzliche Organeigentümlichkeiten der Gefäßarchitektur und ihre durch unterschiedliche Größenverhältnisse bedingten Modifikationen zu gewinnen, vergleichend beim Stier und bei der Ratte untersucht. Bei der Ratte wurden außerdem die Veränderungen am Gefäßsystem des Hodens unter experimentellen Bedingungen nach Venen- und Arterienunterbindung und bei der Cadmiumnekrose untersucht; beim Menschen konnten zusätzlich 250 diagnostische Hodenbiopsien zum Vergleich herangezogen werden.

II. 2.: Korrosionsverfahren

Zur Darstellung der makroskopischen Gefäßverläufe und der räumlichen Anordnung der Gefäßteile zueinander wurde an den hierfür geeigneten größeren Hoden - beim Menschen und beim Stier - die Korrosionsmethode angewendet. Als Injektionsmasse wurde Plastoid (SCHUMMER, 1935; 1951) benutzt. Nach Polymerisation der Masse wurde das Gewebe durch Kalilauge zerstört, so daß allein das Gefäßgerüst - als Ausguß seiner Lumina - erhalten blieb. Im einzelnen wurden so beim Menschen und beim Stier in je 10 Hoden die Arterien, in je 3 durch Doppel-

injektion mit verschiedenfarbiger Masse Arterien und Venen zugleich dargestellt. Beim Stier viermal, beim Menschen sechsmal wurden allein die Venen injiziert. Ein Versuch, auch die Lymphgefäße mit der viskösen Kunststoffmasse darzustellen erbrachte beim Stier in 5 Exemplaren verwertbare Teilergebnisse, beim Menschen dagegen kaum verwertbare Resultate.

II. 3.: Injektion und Präparation

Zur Darstellung kleinerer Gefäßareale z.B. im Rattenhoden sowie der Kapillaren und Lymphgefäße eignen sich besser dünnflüssige Injektionslösungen. In den eigenen Untersuchungen wurden dünnflüssige mit Berlinerblau, z.T. auch mit Tusche eingefärbte Gelatinelösungen benutzt. Zur Darstellung des Blutgefäßsystems erfolgte die Injektion dabei von der A. spermatica interna proximal von der Gefäßranke aus - bei Menschen und der Ratte je 8 mal, beim Stier 16 mal. - Für die Darstellung der Lymphgefäße erwies sich eine retrograde Injektion von den großen proximalen Gefäßstämmen aus wegen des Klappenreichtums und der zarten Wand der Gefäße als unmöglich. Es gelang jedoch - beim Stier in 10 Exemplaren jedesmal, beim Menschen in 5 unter 30 Versuchen, bei der Ratte hingegen wegen der ungünstigen Größenverhältnisse in keinem Fall - die Injektion von größeren Sammelgefäßen der Tunica albuginea aus. Dabei wurde am frischen Material nach Abklemmen des Samenstranges durch leichten Druck auf das Organ ein oberflächliches Gefäß durch seine leichte Vor-

wölbung und klare Füllung im Schräglicht erkennbar gemacht und punktiert. Die Abdichtung gegen die Nadel erfolgt allein durch das festanliegende Bindegewebe der Tunica albuginea. Die Injektion der ebenso wie das zu injizierende Objekt vorgewärmten Injektionslösung erfolgte langsam unter sehr geringem Druck von Hand. Bei Auftreten erkennbarer Extravasate wurde die Injektion abgebrochen, sonst bis zum Wiederaustritt der Masse aus den Venen des Samenstranges bzw. aus den diesen peripher begleitenden Lymphgefäßen weitergeführt. Bei der Darstellung der Lymphgefäße war das Austreten der Injektionslösung allein aus diesen großen Lymphgefäßstämmen zugleich eine erste Kontrolle für das Gelingen der Injektion und die Vermeidung einer Fehlpunktion von Blutgefäßen. - Das injizierte Material wurde photographiert, in gepufferter 3% Formol-Calciumacetat-Lösung fixiert, zerteilt und nach Durchlaufen der aufsteigenden Alkoholreihe teils in Methylbenzoat aufgehellte, teils nach Paraplasteinbettung zu dicken (bis 40 μ) Schnitten verarbeitet. Diese dicken Schnitte lassen nach Gegenfärbung mit Haemalaun oder Kernechtrot bei ausreichender Durchsichtigkeit relativ lange Strecken der injizierten Kapillarsysteme verfolgen.

II. 4.: Histologische Untersuchung

Nicht injiziertes Material wurde teils mit Bouinscher Lösung, teils, abgesehen von menschlichen Hodenbiopsien, mit gepufferter 2% Formol-0,2 M-Calciumacetat-Lösung

fixiert, teils frisch im Kryostaten geschnitten. Das fixierte Material wurde in Paraplast eingebettet und zu etwa 10 μ dicken Schnitten verarbeitet. Färbungen - neben den Haemalaun-Eosin-Übersichtspräparaten - : Trichromfärbungen nach Masson bzw. Goldner, Elastica mit Kernechtrot, Giemsa sowie PAS mit und ohne Diastasenbehandlung und die Naphthol-AS-D-Chloracetatesterasereaktion (in der Modifikation von LEDER, 1967, mit Pararosanilin; Gegenfärbung mit Haemalaun). An Kryostatschnitten wurden die Nachweisreaktionen für alkalische (modifizierte Farbstoffmethode nach PEARSE mit Echtblausalz BB und Na- α -Naphthylphosphat) und saure (mit Fast Garnet GBC und Na- α -Naphthylphosphat) Phosphatase sowie Succinodehydase (mit Succinat-Neotetrazolium) nach den Angaben von SPANNHOFF (1964) oder LEDER (1967), α -Naphthylacetatesterase (mit Pararosanilin), Naphthol-AS-Acetate-, Naphthol-AS-D-Acetatesterase (beide mit Echtblausalz BB) Peroxydase (Benzidinmethode) wie bei LEDER (1967) oder SPANNHOFF (1964), 5-Nucleotidase nach WACHSTEIN und MEISEL mit Na- β -glycerophosphat oder Adenosin-5-Monophosphat und Bleinitrat in den bei ARNOLD (1968) angegebenen Verfahrensmodifikationen durchgeführt. Auch die diagnostischen Hodenbiopsien wurden während eines Jahres doppelt als Gefrier- und Paraffinschnitte verarbeitet und den gleichen Färbereaktionen unterworfen. Die Auswahl an Färbungen zielte weniger auf das Hodenparenchym und seine Veränderungen als auf Infiltratzusammensetzung und Zustand der Gefäßwände. Insbesondere das Kapillarnetz

ist mit geeigneten Reaktionskombinationen (vgl. auch HUNDEIKER, 1969; 1970) häufig ohne Injektion gut darzustellen.

II. 5.: Elektronenmikroskopische Untersuchungen

Material aus normalen Stier- und Rattenhoden, aus Hodenbiopsien ohne erkennbare pathologischen Veränderungen von Männern mit Verschußaspermie sowie von Rattenhoden nach Cadmumeinwirkung konnte elektronenmikroskopisch untersucht werden. Das Gewebe wurde lebensfrisch vorfixiert mit gekühltem 6,25% Glutaraldehyd, nach 2^h in Veronalpuffer gewaschen (pH 7,2), zerteilt und mit gekühlter 1% Osmiumsäure nachfixiert. Einbettung in Epon 812. Dünnschnitte wurden mit dem LKB Ultratome II angefertigt, auf formvarbefilmten Kupfernetzen aufgefangen und mit Uranylacetat und Bleicitrat nachkontrastiert. Die Aufnahmen wurden mit dem EM 9 (Carl Zeiss, Oberkochen) auf Gevaert-Scientia-Film gemacht.

II. 6.: Unterbindungsversuche an Hodengefäßen

Bei je 14 Sprague-Dawley-Ratten wurden in Narkose nach einseitiger Eröffnung des Scrotum und Vorziehen eines Hodens die A. testicularis propria oder Vv. testiculares jeweils im Bereich des Eintritts in die Tunica albuginea oder die gesamten Vasa spermatica interna gemeinsam im Bereich der Gefäßranke unterbunden. Der Hoden wurde anschließend nach Instillation von 200 000 E Penicillin in

seine Hüllen verbracht und Serosa und Scrotalhaut getrennt vernäht. Nach 1, 8 und 15 Tagen wurden von jeder Gruppe 4, nach 29 Tagen die letzten Tiere getötet und jeweils beide Hoden histologisch untersucht. Angewendete Färbereaktionen wie in Absatz II. 4.

II. 7.: Beobachtungen am Gefäßsystem bei Cadmiumnekrose des Rattenhodens

Untersucht wurden die Hoden von 65 Sprague-Dawley-Ratten. Davon blieben 15 (nachdem sich in einem Vorversuch kein Unterschied gegenüber alleiniger 0,9% NaCl-Injektion ergeben hatte) unbehandelt und dienten als Kontrollen. Je 10 Tiere wurden jeweils 1, 8 und 29 Tage, 5 Tiere 2 Monate nach subcutaner Injektion von 0,03 mM/kg Cd Cl₂-Lösung getötet, je 5 Tiere jeweils 1, 8 und 29 Tage nach subcutaner Injektion von 0,5 ml einer 5%igen Aufschwemmung von Cadmiumsulfid. 2 weitere nicht untersuchte Tiere verendeten am ersten Tage nach Cadmiumsulfidapplikation. Auch lokale Reaktionen, vereinzelt sogar Nekrosen, fanden sich nur bei den Cd-Sulfid-behandelten Tieren. - Die Versuche wurden so ausgelegt, daß jeweils zugleich von jeder der verschiedenen Gruppen und von den Kontrollen ein Tier zur Untersuchung kam. Die Tötung erfolgte zur gleichen Tageszeit, um gröbere Störung der enzymatischen Reaktionen durch zirkadiane Einflüsse (vgl. v.MAYERSBACH, 1968) zu vermeiden. Färbereaktionen vgl. Absatz II. 4.

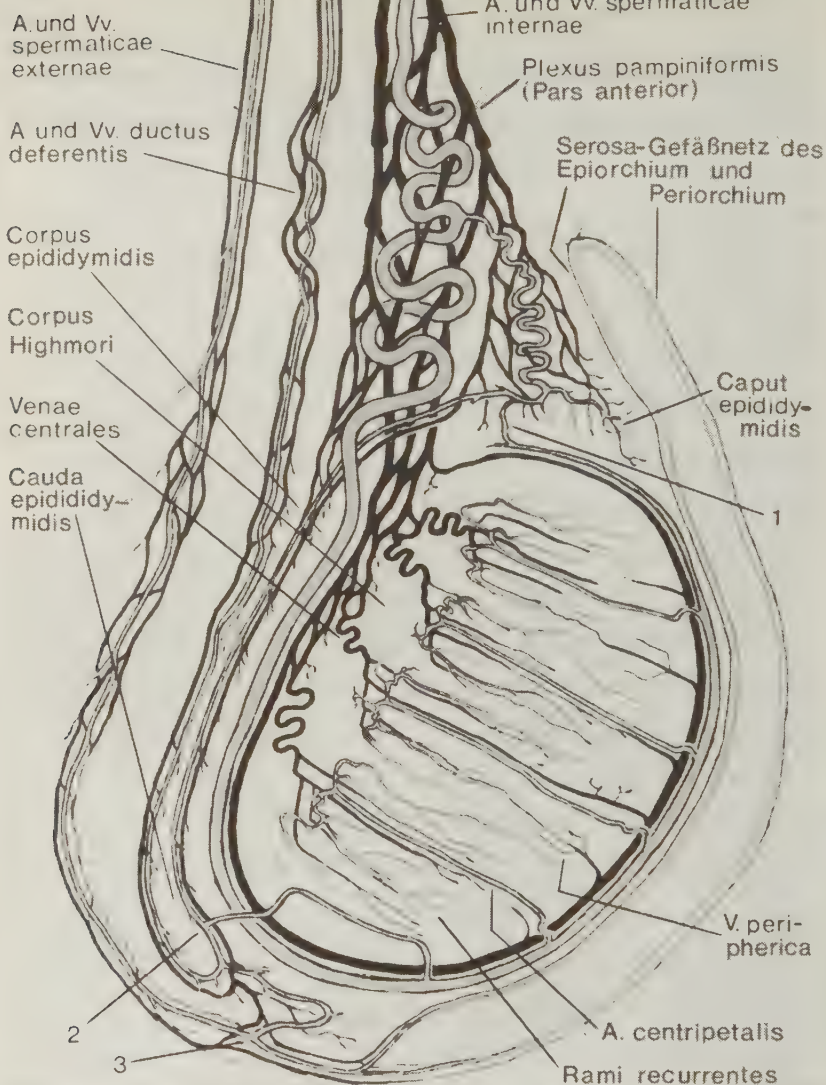


Abb. 1.: An der Versorgung von Hoden und Nebenhoden beteiligte Arterien und Venen und ihre Anastomosettenketten beim Menschen. 1 = Anastomose zwischen Ästen der A. testicularis propria und der A. capitis epididymidis - beide aus der A. spermatica interna - im Bereich des Nebenhodenkopfes oder der Ductuli efferentes. ("A. accessoria testis"). Diese Verbindung ist bei großen Säugetierhoden oft relativ stark ausgeprägt. 2 = Verbindung von Hoden- und Nebenhodengefäßen im Bereich der Cauda epididymidis nahe dem kontinuierlichen Übergang zwischen den Vasa corporis epididymidis und Vasa ductus deferentis in der "Gefäßarkade" des Hodens. Diese beim Menschen oft starke Verbindung fehlt bei großen Säugetieren vielfach ganz. 3 = Die häufig schwache Verbindung der Nebenhoden-Gefäßarkade mit Zweigen der A. spermatica externa.

III. Ergebnisse und Befundbesprechung

III. 1.: Die Arterien des Hodens und ihre Verbindungen

Die an der Versorgung des Hodens beteiligten Arterien sind beim Menschen und bei verschiedenen großen Säugetierhoden die gleichen. Die Größenverhältnisse der verschiedenen Gefäße zueinander sind jedoch unterschiedlich. Hauptarterie ist die Arteria spermatica interna. Ihr Endast versorgt als Arteria testicularis propria das Hodenparenchym, während die Äste für Kopf und Körper des Nebenhodens sich miteinander verbinden und eine Gefäßarkade bilden, die an der Cauda epididymidis kontinuierlich in die Arteria ductus deferentis übergeht. An dieser Stelle bestehen mehr oder weniger regelmäßige Verbindungen auch zu Ästen der Arteria spermatica externa. Der Kaliberunterschied zwischen den drei beteiligten Arterien ist beim kleinen Hoden der Ratte bereits deutlich, beim größeren des Menschen noch ausgeprägter, beim noch wesentlich größeren des Stieres extrem. Hier ist auch die Verbindung zur Arteria spermatica externa ganz unbedeutend und nicht konstant ausgebildet. Bei der Beschreibung der einzelnen Äste wird hierauf näher eingegangen.

Der Stamm der Arteria spermatica interna stellt eine Arterie vom muskulösen Bautyp dar, deren entwicklungs geschichtlich bedingter langer verzweigungsloser retroperitonealer Verlauf in der Literatur durchwegs zutreffend beschrieben wird (HUNDEIKER und KELLER, 1963). Beim Stier handelt es sich um ein großkalibriges Gefäß, dessen

Innendurchmesser im Korrosionspräparat - entsprechend etwa dem gedehnten Zustand - 4,5 mm und mehr betragen kann. Im ungedehnten und geschrumpften Zustand, z.B. im histologischen Präparat, beträgt er immer noch etwa 2-3 mm. Dem entspricht die Wandstärke des Gefäßes. Die Dicke der zu versorgenden Tunica media bringt es mit sich, daß entgegen weit verbreiteten Auffassungen über die Ernährung der Wand muskulärer Arterien das netzförmig (vgl. auch LANG, 1960; 1962; CLARKE, 1964; FÖLDI et al., 1968; 1969) ausgebildete System der Vasa vasorum nicht auf die Adventitia beschränkt bleibt, sondern auch die äußeren Anteile der Tunica media durchsetzt. Infolge der Verzweigungsarmut werden die Vasa vasorum, abweichend von anderen entsprechenden Gefäßen (vgl. HUNDEIKER, 1969) durchwegs aus dem Stamm der Arterie selbst entspringenden kleinen Zweigen gespeist (HUNDEIKER, 1965; 1970). Bei den kleineren Arterien im Hoden-Nebenhodenbereich beim Stier und ebenso beim Menschen, dessen Arteria spermatica interna kaum den Ästen für Nebenhodenkopf und -körper derjenigen des Stieres entspricht, war eine Vasularisation der Tunica media nicht nachzuweisen. Die Arteria spermatica interna des Menschen erreicht kaum einen Innendurchmesser von mehr als 1 mm. Gleichförmig ausgeprägt war bei allen diesen Gefäßen die - Arterien dieses Größenbereiches und Bautyps eigentümliche - Muskelarchitektur in Form kreuzgurgelter, peripher und lumenwärts steiler, in den mittleren Lagen flacher gestellter Spiraltouren (vgl. z.B. GOERTTLER, 1951; 1953; FISCHER,

1951; 1955; 1959; PUFF, 1960; HUNDEIKER, 1965; 1969; 1970). Diese funktionellen Strukturen sind von besonderem Interesse auch für eine funktionelle Deutung der Arterienkonvolute in der Gefäßranke des Hodens.

Das Rankenkonvolut der Arteria spermatica interna ist ein eigentümliches dem Hoden vorgeschaltetes Gebilde, wie es sich in ähnlicher Form an keiner anderen Stelle des Körpers findet (Zusammenstellung bei HUNDEIKER und KELLER, 1963). Es gewinnt seine funktionelle Bedeutung erst durch seine Beziehungen zum Plexus pampiniformis, zu den großen vom Hoden kommenden Lymphgefäßstämmen und zum Fettkörper des Samenstranges und wird deshalb eingehender noch an anderer Stelle besprochen. Hier soll zunächst nur der Verlauf der Arterie selbst beschrieben werden, zumal in diesem Bereich alle nicht für den Hoden selbst bestimmten Äste des Gefäßes entspringen.

Die Ausprägung der Ranke ist von Art zu Art unterschiedlich. Während bei den großen Säugetieren wie z.B. beim Stier (Abb. 3) bis über 3 m der Arterie in einem bis zu etwa 15 cm langen und 4 cm breiten Kegel aufgeknäuelte sind und bei der Ratte mit ihrem kleinen, jedoch im Verhältnis zur Körpergröße voluminösen, physiologischerweise zwischen Scrotum und Abdomen pendelnden Hoden das Konvolut deutlich ausgebildet ist (vgl. auch ANDRES, 1927), ist es beim Menschen relativ gering entwickelt. Unter 13 Korrosionspräparaten des eigenen Materials war es in zwei Fällen nur durch wenige Schlingen angedeutet, teilweise jedoch auch recht kräftig ausgeprägt. Dieser unter-



Abb. 2: Stamm der Arteria spermatica interna vom Stier. Kryostatschnitt, alkalische Phosphatase, Kerngegenfärbung mit Haemalaun. Die komplizierte Muskelarchitektur der Tunica media und das Eindringen des durch den positiven Ausfall der Phosphatreaktion im Cytoplasma der Endothelzellen kontrastierten Kapillarnetzes der Vasa vasorum sind deutlich erkennbar. Vergr. 100 : 1

schiedlichen Ausbildung der Gefäßranke entsprechen auch die meist nur auf ein geringes untersuchtes Material zurückgehenden Angaben der Literatur (vgl. HUNDEIKER und KELLER, 1963). ARNOLD (1847) gab an, die Ader erreiche den Hoden in ziemlich geschlängeltem Verlaufe. Auch JARISCH (1888) und HILL, 1906, 1909) beschrieben eine starke Rankenbildung. TUFFLI (1928) hingegen bezeichnete das Convolut beim Menschen als "ziemlich dünn und länglich" und meinte, die Arterie erreiche nur in wenigen Fällen eine Gesamtlänge von mehr als 50 cm. ANDRES (1927) fand die Rankenbildung beim Menschen schwach und nur im Kindesalter ausgeprägter. Dafür sei im Gegensatz zu vielen Säugetieren die Schlängelung der Arteria ductus deferentis stärker entwickelt.

Beim Stier hingegen, wie überhaupt bei den großen Säugetieren erreicht das Rankenconvolut der Arteria spermatica interna eine besonders vollkommene Ausprägung (BIMAR, 1888; ARROU, 1893; BEUTLER, 1922; HARRISON, 1949; HOFMANN, 1960; HUNDEIKER, 1961; POPESKO, 1965). BIMAR beschrieb die Gefäßranke bei Bos taurus als ein länglich konisches Paket aus zahlreichen gegeneinandergepreßten Arterienwindungen, das mit seiner Basis der Extremitas cranialis des Hodens aufsitzt. Er führte diese Anordnung der ArterienSchlingen auf sich überlagernde Spiralsysteme zurück: das Gefäß bildet durch scharfe Biegungen kleine Ringe oder Teile davon, die wieder auf größeren zum Hoden hin weiter werdenden Windungen liegen. JARISCH (1888) maß als Länge der im Convolut enthaltenen Arterienstrecke

beim Stier 140 cm. Er fand die Ranke beim Stier am stärksten ausgeprägt. Später stellte auch GUTZSCHEBAUCH (1932) eine Länge dieses Gefäßteiles von 1-1,5 m fest. WOLFRAM (1942) maß sogar 266 cm. Nach ARROU (1893) windet sich die Arterie vom äußeren Leistenring an und bildet waagerechte und schräge Spiralen um die Längsachse des Samenstranges, so, daß ein an seiner Basis für den cranialen Hodenpol ausgehöhlter konischer Körper entsteht. Nach BEUTLER (1922) bildet die Arteria spermatica interna bald nach ihrem Eintritt in den Samenstrang Rankengeflechte, die sich übereinanderschichten und so einen Rankenzylinder ergeben, der beim Stier am längsten von allen untersuchten Tieren ist. Auch HARRISON (1949) fand bei *Bos taurus* eine besonders grosse Gefäßranke. HOFMANN (1960) beschrieb sie beim Stier als spitzen Kegel von 10-14 cm Länge mit einem distalen Durchmesser von 5-6 cm. Darin soll das Gefäß 65-82 Linkswindungen (?) beschreiben und 3,40-4,55 m zurücklegen. Diese große Länge maß HOFMANN nicht an der Arterie selbst, sondern an deren herauspräpariertem Latex-Ausguß. Die Längenbestimmung dieses Gefäßteiles ist wegen des sehr festen bindegewebigen Einbaues äußerst schwierig. Ein eigener Versuch mit Hilfe zerlegter Korrosionspräparate ergab Längen von etwa 270-330 cm.

Abb. 3 zeigt ein Korrosionspräparat der Gefäßranke der Arteria spermatica interna vom Stier. Es läßt erkennen, wie kompliziert und dichtgedrängt die Schlingen der Arterie angeordnet sind. Die von BIMAR (1888) versuchte

Erklärung der Rankenbildung als ein System einander überlagernder Ringe läßt sich nur für kurze Stücke anwenden. Plötzliche Umkehrungen der Windungsrichtung und komplizierte Ineinanderlagerungen der Schlingen machen eine so einfache Systematisierung des Arterienverlaufes unmöglich. Das gleiche gilt für die bereits erwähnte Darstellung HOFMANN's (1960), nach welcher das Arterienconvolut aus einer bestimmten Anzahl von "Linkswindungen" bestehen soll: in den eigenen Präparaten folgen die Windungen des Gefäßes in verschiedenen Richtungen aufeinander. Sehr vereinfachend könnte man sagen, daß die Arteria spermatica interna auf ihrem Weg vom proximalen zum distalen Ende der Ranke eine große Wendel bildet, deren flache Windungen aber jeweils einen sehr unregelmäßig gewundenen Gefäßteil enthalten. So ergibt sich ein Bild, als ließe man ein Seil von oben in ein weites Rohr hineingleiten, wo es sich zwar in den Einzelheiten ziemlich regellos, im ganzen jedoch allmählich, ohne große Abweichungen nach oben oder unten, von der jeweiligen Windungshöhe vom Grunde zum oberen Rande aufsteigend anordnet. - Während des Verlaufes in der Gefäßranke ist das Lumen der Arterie im Korrosionspräparat nicht immer rund. Besonders in scharfen Windungen zeigt sich oft an der Konkavseite der Krümmung eine scharfe Abknickung. Das Gefäß ist dabei quer zur Biegeungsrichtung etwas verbreitert. Inwieweit diese im histologischen Schnitt wie im Korrosionspräparat zu beobachtenden Besonderheiten physiologisch sind, ist

schwer zu entscheiden; jedoch zeigt sich mikroskopisch auch ein ungleichförmiger Wandbau des Gefäßes. Während der Injektion bemerkt man, daß sich die Schlingen der Arterie nicht nur unter dem Injektionsdruck ausdehnen, sondern, trotz der bindegewebigen Fixation und Durchflechtung durch den Plexus pampiniformis, sich auch deutlich etwas gegeneinander verschieben können.

III. 2.: Äste und Anastomosen der Hodenarterien

Im Bereich der Gefäßranke oder in deren unmittelbarer Nähe entspringen alle nicht für den Hoden selbst bestimmten Äste der Arteria spermatica interna. Beim Menschen sind die Abgänge dieser Äste verhältnismäßig wenig konstant. Diese Tatsache ist von Interesse im Hinblick auf Operationen im Samenstrangbereich, da die Vermeidung von Gefäßverletzungen gelegentlich dadurch erschwert werden kann.

Schäden dieser Arterien, aber auch der Venen und Lymphgefäße, dürften jedoch zu einem großen Teil den oft zumindest aus andrologischer Sicht unbefriedigenden Spätresultaten früherer operativer Behandlungsversuche vor allem beim Hodenhochstand (vgl. BOHNSTEDT, 1961; SAMIMI et al., 1964; KOLB, 1964; BIERICH, 1965; KARCHER, 1967) zugrunde liegen.

In sehr wechselndem Abstand vom Hoden, im extremsten selbst beobachteten Fall schon 9 cm proximal von der Extremitas cranialis testis entfernt, entspringt beim



Abb. 3: Korrosionspräparat des Rankenconvolutes der A. spermatica interna vom Stier. Vergr. 1,5 : 1

Menschen aus der Arteria spermatica interna die Hauptarterie des Nebenhodens (Arteria epididymidis). Zweimal in den untersuchten Korrosionspräparaten entsprang dieses Gefäß erst unmittelbar über dem Caput epididymidis. In einem einzelnen Fall schien es völlig zu fehlen und war durch Äste der Arteria testicularis propria, welche aus ihrer Aufzweigung am Hoden stammten, ersetzt.

Sonst läuft der Nebenhodenast gemeinsam mit dem Stamm der Arteria spermatica interna vom Plexus pampiniformis umschlossen distalwärts, tritt von cranial und medial in die Kapsel des Caput epididymidis ein und läuft, im Bindegewebe dieser Kapsel am Corpus epididymidis herab. Im Bereich der Cauda epididymidis geht das Gefäß in einem bereits von ARNOLD (1847) und JARISCH (1888) beobachteten Anastomosenbogen kontinuierlich in die Arteria ductus deferentis über. Diese erreicht den Nebenhodenschweif mit dem Samenleiter, so daß die Gefäßarkade des Nebenhodens stets von zwei Seiten her gespeist wird. Nicht so regelmäßig scheint die sehr schwache Verbindung mit der Arteria spermatica interna zu sein, die sich nur viermal deutlich darstellen ließ. Ein weiterer kleinerer Ast speziell für den Nebenhodenkopf entspringt regelmäßig aus der Arteria spermatica interna kurz vor Erreichen des Hodens und verbindet sich mit den Zweigen der Arteria epididymidis. Daneben gibt die Arterie meist noch einzelne sehr kleine Zweige an den Fettkörper und an das Bindegewebe der Gefäßranke ab.

Diese Befunde entsprechen im Prinzip weitgehend denen früherer Untersucher. Schon COOPER (1830) beschrieb getrennte Gefäße für Kopf, Körper und Schweif des Nebenhodens. Bereits JARISCH (1888) zeigte an Injektionspräparaten die breite Variabilität der Nebenhodenarterien auf, welche nicht nur bei verschiedenen Individuen, sondern sogar auf beiden Seiten desselben Menschen unterschiedlich ausgebildet sein können. Nach seiner Darstellung entspringt verhältnismäßig hoch aus dem Stamm der Arteria spermatica interna ein Ast für das Caput epididymidis. Einer seiner Zweige durchdringt in der Regel dessen Parenchym und verbindet sich durch die Tunica albuginea testis hindurch mit einem Endzweig der Arteria testicularis propria. Diese Verbindung findet sich an großen Säugetierhoden regelmäßig und stark ausgeprägt. JARISCH, der neben menschlichen Hoden auch die verschiedener Säugetiere sowie von *Lacerta agilis* und *Rana temporaria* untersuchte, leitete sie von einer schon bei Amphibien zu findenden Beteiligung der dort selbständig aus der Aorta entspringenden Fettkörperarterie, von welcher sich phylogenetisch die Nebenhodenkopfgefäße herleiten sollen, an der Versorgung der Keimdrüse her. Ein von ihm beim Menschen beobachteter Fall von Verdoppelung der Arteria spermatica interna sowie ein ähnlicher von HARRISON (1957) beschriebener Fall mit entsprechender Verzweigung scheinen uns geeignet, eine solche Vermutung zu stützen. Der Ast für das Caput epididymidis soll sich bisweilen schon vor Erreichen des-

selben in zwei bis vier Zweige teilen.

Das Corpus epididymidis wird nach JARISCH (1888) gewöhnlich durch einen Zweig aus der Nebenhodenkopfarterie versorgt oder durch einen, der in der gleichen Gegend mehr medial aus der Arteria spermatica interna entspringt, an der inneren hinteren Seite des Corpus epididymidis herabläuft und die Cauda erreicht. Diese unseren eigenen Beobachtungen nahezu entgegengesetzte Verteilung zeigt unter Berücksichtigung des jeweiligen relativ geringen Materials nur die große Variabilität der Nebenhodenäste. Die Variabilität betrifft jedoch nicht den bereits bei ARNOLD (1847) beschriebenen und von TESTUT (1923) als "l'arcade artérielle d'epididymis" benannten epididymo-deferentialen Anastomosenbogen. Dieser wird von allen Autoren übereinstimmend so dargestellt, wie er sich auch im eigenen Untersuchungsmaterial fand.

Dieser Anastomosenbogen soll nach manchen Autoren regelmäßig mit der Arteria spermatica externa in Verbindung treten. Darüberhinaus entdeckte bereits auch TESTUT (1923) die speziell beim Menschen häufige Verbindung (vgl. Abb. 1) zwischen gelegentlich die Tunica albuginea von innen her durchdringenden einzelnen Zweigen der Arteria testicularis propria und Zweigen der Nebenhodenarterien. Diese Anastomose stellte sich auch in unserem Material mehrfach dar und wird an anderer Stelle eingehend beschrieben. Sie scheint jedoch eine Besonderheit des menschlichen Hodens zu sein. Weder am kleinen Hoden der Ratte noch am großvolumigen des Stieres ge-

lang es, eine entsprechende Verbindung nachzuweisen.

Die eingehende Beschreibung der Nebenhodenarterien bei PELLANDA (1903) entspricht im wesentlichen der bei JARISCH. PELLANDA bestimmte auch den Durchmesser der Arteria spermatica beim Menschen und fand etwa 0,5 mm. EBERTH (1904) beschrieb zwei Zweige der Arteria spermatica, die das Caput epididymidis erreichen. Der obere soll am Nebenhoden mit der Arteria cremasterica (spermatica externa) und der Arteria ductus deferentis anastomosieren, der untere hingegen sich mit der letztgenannten capillär und außerdem mit der Arteria testicularis propria verbinden. CAPURRO (1902), PIQUE und WORMS (1909), GOHRBANDT (1922) beschrieben "epididymo-vasale", "epididymo-vaso-cremasterische" und "testiculo-cremasterische" Verbindungen. COLLE (1902) hingegen bestritt die Existenz von Verbindungen der Arterien von Hoden und Nebenhoden mit solchen des Scrotum.

In jüngerer Zeit untersuchten - mit ähnlichen Methoden und Resultaten wie schon NEUHAUS (1905) - HARRISON und BARCLAY (1948) sowie HARRISON (1949; 1952) eingehend Ausmaß und möglichen funktionellen Wert der Anastomosen für die Versorgung von Hoden und Nebenhoden.

HARRISON ging auch ausführlich auf die Anastomosen der Nebenhodengefäße mit Endzweigen der Arteria testicularis propria ein. Danach ist eine Verbindung des aus der gewöhnlich schon etwa 10 cm oberhalb des Hodens entspringenden Nebenhodenkopfarterie gespeisten Netzes mit aus dem Hoden stammenden Gefäßen häufig.

Gelegentlich wird das Caput epididymidis sogar ganz durch eine Ader versorgt, die vom Hoden aus die Tunica albuginea durchdringt. Entsprechende Verbindungen im Bereich des Nebenhodenschweifes sollen seltener, nichtsdestoweniger die Versorgung der Cauda vom Hoden aus nicht ungewöhnlich sein. Das Corpus wird von wenigen, dicht am Testikel aus der Arteria spermatica interna entspringenden Ästchen versorgt und empfängt den geringsten Beitrag aus der Arteria testicularis propria.

MACMILLAN (1954) hebt die Bedeutung einer normalen Blutversorgung der Epididymis für die Funktion des Hodens hervor. Er gibt an, daß die Arterien des Nebenhodens zwar in den Einzelheiten variierten, im großen jedoch konstant seien. Meist versorge ein einzelner Ast Caput und Corpus epididymidis. Dieser entspringe umgerechnet etwa 1,3-8,5 cm vom Nebenhoden entfernt aus der Arteria spermatica interna, gebe Zweige an Caput und Corpus ab und ende im Anastomosenring der Cauda epididymidis. Alle diese Äste der Arteria spermatica interna seien stark gewunden.

Zusammenfassend kann man sagen, daß ein Großteil der älteren Untersuchungen dafür spricht, daß alle Verbindungen mit anderen Gefäßen so gut wie nie ausreichen, im Falle einer Unterbindung oder Verletzung der Arteria spermatica interna die Keimdrüse und vor allem ihre spermatogenetische Funktion zu erhalten (vgl. COOPER, 1830; VOLKMANN, 1877; MIFLET, 1879; PAGE, 1892;

GRIFFITHS, 1895; 1896; ENDERLEN, 1896; GÖBELL, 1898; BEVAN, 1904; MARTINI, 1908; KYRLE, 1910; SCHINZ und SLOTOPOLSKI, 1924; VRZGULOVA', 1969; POPESKO und VRZGULOVA', 1970). Jedoch liegen die Verhältnisse nicht so einfach, wie dies auf den ersten Blick scheint. z.B. konnte schon GRIFFITHS (1895) den merkwürdigen Befund erheben, daß eine gleichzeitige Unterbindung der Arteria und Venae spermaticae internae weniger schwere Schäden mit sich brachte als alleinige Venenunterbindung; bei der Beschreibung der Venen soll hierauf näher eingegangen werden. KOYANO (1923) sah, soweit es sich um eine reine Unterbrechung der Vasa spermatica handelte, nie eine völlige Degeneration des Hodens. Immerhin fand auch HARRISON (1949) bei seinen arteriographischen Untersuchungen in einem Drittel der Fälle die Summe der Durchmesser von Arteria spermatica externa und Arteria ductus deferentis mindestens gleich demjenigen der Arteria testicularis propria. In einem weiteren Drittel fand er jedoch gar keine darstellbare Anastomose der Arteria spermatica externa (cremasterica) mit der Arteria ductus deferentis und Arteria testicularis. HARRISON bestimmte auch das Kaliber der Arteria spermatica interna. Er fand dafür Werte zwischen 0,7 und 1,1 mm, während LUSCHKA (1864) 1,5-2,0 mm angegeben hatte. 1836 hatte LAUTH das Gefäß als "sehr dünn" bezeichnet. ARNOLD (1847) hatte auf Befunde von HUSCHKE (1844) hingewiesen, der die Durchblutung des Hodens mit derjenigen der Niere verglichen und bei einem Verhältnis der Organgewichte von



Abb. 4: Korrosionspräparat der Arterien (hell) und Venen (dunkel) eines Stierhodens nach vollständiger Doppelinjektion. Ansicht von lateral; Vergr.s. Skala

nur 1:8 ein Verhältnis der Querschnitte von Arteria spermatica und Arteria renalis von 1:15 gefunden hatte. EBERTH (1904) gab einen Durchmesser der Arterie von nur 0,5 mm an.

Um die Besonderheit, die in der großen Variabilität der Nebenhodenäste beim Menschen liegt, deutlicher werden zu lassen, sollen jetzt zunächst die sehr konstanten Verhältnisse beim Rind als Beispiel für einen großen Säugetierhoden beschrieben werden. Hier kommen Variationen der Gefäße nur in Stärke und Ausdehnung der einzelnen Versorgungsbereiche vor, aber alle Arterien sind stets vorhanden. Sie sind wie der Hauptstamm der Arteria spermatica interna stets geschlängelt. Sie bilden ein reiches System von Anastomosen untereinander und mit einzelnen anderen Gefäßen. Die Arteria spermatica gibt im Bereich der Gefäßbranke Äste ab an den Fettkörper des Samenstranges, an den Nebenhodenkörper und -schweif sowie an den Nebenhodenkopf. Konstant anastomosiert dabei am oberen Pol des Hodens ein Zweig des für das Caput epididymidis bestimmten Astes mit einem Endzweig der Arteria testicularis propria, des für den Hoden selbst bestimmten Endastes der Arteria spermatica interna. Er bildet so eine Gefäßarkade (JARISCH, 1888; BEUTLER, 1922; ANDRES, 1927; TUFFLI, 1928; HUNDEIKER, 1961; POPESKO, 1965; 1966). Diese soll beim Stier und Hengst besonders ausgeprägt sein. HOFMANN (1960) deutet diese Verbindung als entwicklungsgeschichtliches Relikt. Nach seinen An-

gaben hat die Pars convoluta der Arteria spermatica interna beim Stier nur zwei Abzweigungen aufzuweisen: Aus der ersten oder zweiten Windung entspringt lateral ein spiraliges Gefäß von 0,8-1,0 mm Stärke, das er als "Arteria accessoria testis" bezeichnet. Diese sehr stark gewundene Ader soll im Gegensatz zu den Nebenhodenarterien von den oberflächlichen Venen des Plexus pampiniformis fast völlig eingehüllt werden. Der zweite aus der Arteria spermatica entspringende Ast stammt aus der fünften bis achten Windung des Convoluts und ist die "gemeinsame Arteria epididymidis". Sie soll sich nach einem Verlauf von etwa 1,5 cm in drei Äste teilen, deren stärkster die Arteria capitis epididymidis ist. Die anderen beiden sind für Corpus und Cauda epididymidis bestimmt.

Der Ast für das Caput soll nach HOFMANN "in einigen Fällen" aus der "Arteria accessoria testis" entspringen. Diesen Ast der Arteria spermatica sieht er als Gefäß des Epigenitalis-Anteiles der Urniere an. Er macht folgende Angaben über die Verzweigung dieser Ader: Kurz vor Erreichen der Extremitas capitata des Hodens teilt sie sich in zwei Äste, deren einer "in die Tiefe des medialen Ausläufers des Plexus pampiniformis" und dann nahe der "Pars marginalis" der Arteria spermatica interna in die "Tunica venosa" eintritt. Immer noch eng gewunden, schraubt er sich ähnlich einer "Arteria radiata testis" in der "Tunica venosa testis" tiefer und biegt dann zum proximalen Teil des Rete testis ab, um

sich dort zu verzweigen. Der zweite Ast verbindet sich in der Tunica albuginea mit einem Zweig der Hodenarterien.

Die Nebenhodenkopfarterien verbinden sich andererseits auch mit denjenigen Gefäßen, die Körper und Schweif des Nebenhodens versorgen. Diese anastomosieren auch bei den großen Säugetierhoden wieder mit der Arteria ductus deferentis im Bereich der Cauda epididymidis und bilden die bereits erwähnte Gefäßarkade des Nebenhodens. Auch hier soll diese regelmäßig nach allen erwähnten Autoren vorkommen und bisweilen mit Zweigen der Arteria spermatica externa in Verbindung stehen, so daß drei Arterien an der Versorgung der Keimdrüse beteiligt sein können.

Im eigenen Untersuchungsmaterial fand sich eine auffallende Gleichförmigkeit der Verzweigung. Am oberen Beginn der Arterienranke und meist aus deren vorderen Bereich entspringt aus der Arteria spermatica interna ein starkes Gefäß für den Nebenhoden. Diese Arteria corporis epididymidis erreicht einen Durchmesser von 1 mm und zeigt eine sehr ausgeprägte eigene Rankenbildung. Ihre Schlingen sind dabei dem Convolut des Stammes der Arteria spermatica interna nur flach aufgelagert und durchflechten sich nicht mit dessen Windungen. Sie sind aber fest in das gemeinsame Bindegewebsgerüst der Gefäßranke eingebaut. Während diese Arterie distalwärts zu ihrem Ausbreitungsgebiet zieht, gelangt sie allmählich um den Gefäßkegel herum auf dessen laterale Seite. Erst in der

Nähe der Extremitas cranialis testis nimmt sie einen gestreckten Verlauf an. Sie erreicht den cranialen Teil des Corpus epididymidis und tritt in dessen Kapsel über. Mit dem Nebenhoden zusammen, peripher in der Kapsel verlaufend, läuft sie dorsal am Hoden herab in Richtung auf dessen Extremitas caudalis und verteilt sich mit sehr zahlreichen Zweigen an Corpus und Cauda epididymidis. Dabei dringen erst die feineren Verzweigungen von der Kapsel her in das Innere des Nebenhodens ein.

Zu dem Verzweigungsbereich dieses Gefäßes gehört auch ein Gefäßnetz, das in eigenen Untersuchungen erstmals nachgewiesen werden konnte (vgl. HUNDEIKER, 1965; 1966). Es handelt sich um ein eigenes Gefäßsystem, das dem Epiorchium zugeordnet ist. Es breitet sich unmittelbar unter der Serosa aus und besitzt keinerlei Verbindungen zu den unmittelbar darunter in die Tunica albuginea eingelagerten und sich über die Oberfläche des Hodens verteilenden Äste der Arteria testicularis propria. Es ist netzförmig ausgeprägt. Diese Form scheint eine prinzipielle Eigenart der Gefäßverteilung bei flächenhafter Ausbreitung (vgl. STAUBESAND, 1956) zu sein. Die kleinsten Arterien- und Venenzweige verlaufen dabei größtenteils parallel. An den Umschlagfalten des Epiorchiums verbindet sich dieses auch den serosabedeckten Teil der Gefäßbranke überziehende Netz mit dem entsprechenden dem Periorchium zugeordneten Gefäßsystem, so daß auch hier, allerdings nur sehr feine, Verbindungen zwischen Gefäßen des Hoden-Nebenhodenbereiches und solchen aus dem

Verzweigungsgebiet der Arteria spermatica externa entstehen.

Dieses Gefäßnetz ist früheren Untersuchern, möglicherweise wegen seiner Feinheit, entgangen. In Korrosionspräparaten läßt es sich nicht darstellen. Mit dünnflüssigen eingefärbten Gelatinelösungen, die zugleich nach Fixation histologische Verarbeitung und Verfolgung der Gefäße im mikroskopischen Bereich erlauben, läßt es sich jedoch durch Injektion hervorheben. Die Darstellung ist beim Stier, wo diese Gefäße uns zuerst auffielen, leicht. Beim Menschen ist sie schwieriger. Beim kleinen Hoden der Ratte gelang bisher eine Abgrenzung nicht.

Noch ehe sie den Nebenhodenkörper erreicht, gibt die Arteria corporis epididymidis auch Zweige an den Nebenhodenkopf ab. Diese können auch zu einem kleinen Stamm zusammengefaßt sein. Sie ziehen zum distalen Teil des Caput epididymidis. Der Großteil der Versorgung des Nebenhodenkopfes erfolgte in unseren Präparaten jedoch stets durch einen starken eigenen Ast der Arteria spermatica interna. Dieser entspringt ebenfalls weit proximal aus den Rankenconvolut, jedoch stets erst nach der Arteria corporis epididymidis. Er zeigt eine oft noch stärkere Rankenbildung als jene. Seine den Schlingen der Arteria spermatica interna eng anliegenden Windungen sind im Gegensatz zu jener auf eine lange Strecke weitgehend vom Plexus pampiniformis mit eingehüllt. Diese Arteria capitis epididymidis teilt sich unmittel-

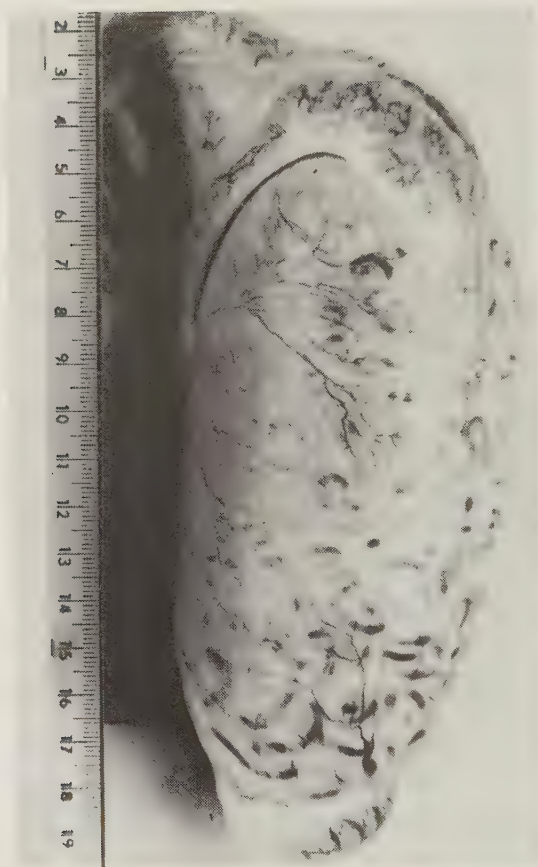


Abb. 5: Rechter Hoden eines Stieres von lateral nach Injektion des Blutgefäßsystems mit Berlinerblaugelatine von der A. spermatica interna aus. Deutlich hebt sich das selbständige Gefäßnetz des Epiorchium gegen die aus den tieferen Schichten der Tunica albuginea unscharf durchscheinenden ebenfalls injizierten Schlingen der Äste der A. testicularis propria ab.

bar am Nebenhodenkopf in mehrere Zweige. Einer derselben, der sich jedoch nur in etwa zwei Dritteln der Korrosionspräparate nachweisen ließ, verbindet sich dort, wo das Rete testis durch die Tunica albuginea einmündet, mit einem kleinen intraalbugineal gelegenen Endzweig des Ramus lateralis der Arteria testicularis propria. Er entsendet außerdem ein kleines Ästchen, welches an der zum Margo liber hin gelegenen Seite vom Mediastinum testis aus ein Stück weit das Rete testis in das Organinnere begleitet. Es verzweigt sich vor allem im proximalen Teil des Corpus Highmori. Verglichen mit den in den Hoden eindringenden Ästen der Arteria testicularis handelt es sich dabei um ein ziemlich schwaches Gefäß. Im eigenen Material machten die Gefäße für den Nebenhodenkopf stets den ganz überwiegenden Anteil an den Verzweigungen der Arteria capitis epididymidis aus. Deshalb erscheint die von HOFMANN (1960) gewählte Bezeichnung dieser Arterie als "Arteria accessoria testis" zumindest problematisch, wenn auch ein einzelner, von TUFFLI (1928) beim Hund beobachteter Fall dafür spricht, daß sich hier gelegentlich einmal eine stärkere Verbindung zu den Hodengefäßen entwickeln kann.

Zweige der Nebenhodenkopfarterie anastomosieren aber auch mit der Arteria corporis epididymidis. Diese geht in der Gefäßarkade des Nebenhodens, wie bereits beschrieben, in die etwa gleich starke Arteria ductus deferentis kontinuierlich über. Dieses Gefäß gelangt mit dem Ductus deferens zum Nebenhodenschweif, bleibt wie

jener an der Peripherie des Gefäßkegels und zeigt im Gegensatz zu den vorgenannten anderen Arterien keine Schlingelung, sondern einen gestreckten Verlauf. So entstehen durch die Anastomosenkette des Nebenhodens und die beschriebene Verbindung zwischen Arteria capitis epididymidis und Arteria testicularis propria am Hoden Anastomosenringe, denen bei der Konstanz ihres Auftretens sicher eine besondere funktionelle Bedeutung zukommt. Jedoch fanden sich in unserem Material beim Stier niemals größere Verbindungen zwischen den Arterien von Hoden und Nebenhoden im Bereich von Corpus und Cauda epididymidis.

Die Gefäßarchitektur im Nebenhodeninneren ist geprägt durch die Architektur des Kanälchensystems (vgl. v. LANZ und NEUHÄUSER, 1964; HUNDEIKER und BERGER, 1967; HOLSTEIN, 1969). Strickleiterförmige Kapillarnetze sind den Kanälchenwindungen zugeordnet. Sie werden in der Cauda modifiziert durch die Auflagerung der Muskelwand, die von ihnen ebenfalls entsprechend dem jeweiligen Faserverlauf schräg durchsetzt wird. Die zu- und abführenden kleinen Gefäßstämme laufen in den Zwickeln, die zwischen den Kanälchenwindungen frei bleiben, zur Peripherie, wo die größeren Arterien- und Venenzweige sich in der Bindegewebskapsel über das Organ verteilen.

III. 3.: Unterbindungsversuche an Hodenarterien

Bereits im Vorhergehenden wurde auf die vielfältigen Spekulationen hinsichtlich der Möglichkeiten eines funktionellen Ersatzes der Arteria spermatica interna durch die anderen an der Versorgung des Hodens beteiligten Arterien hingewiesen und die ältere Literatur über dieses Problem angeführt. Bei einem Großteil der älteren Untersuchungen fehlen jedoch Angaben über histologische Befunde nach Unterbindungsversuchen, insbesondere nach längeren Beobachtungszeiten. VRZGULOVA' (1969) bzw. POPESKO und VRZGULOVA' (1970) untersuchten deshalb nochmals eingehend die Folgen der Unterbindung der Arteria testicularis an großen Säugetierhoden. Bei Widdern zeigte sich, daß in jedem Falle das spermatogenetische Gewebe irreversibel zugrunde ging und niemals die Anastomosen für eine Erhaltung des Hodenparenchyms ausreichten. In Nachbeobachtungszeiten bis zu 1 1/2 Jahren konnte zwar bei juvenilen Tieren eine vorübergehende Regeneration von Inseln tubulären Gewebes beobachtet werden, die jedoch keinen Anschluß an das Ausführungssystem bekamen und wieder zugrunde gingen.

Mit unter dem Eindruck dieser Beobachtungen wurden eigene Unterbindungsversuche am kleinen Hoden der Ratte durchgeführt. Nach Unterbindung der Arteria testicularis propria unmittelbar vor Erreichen des Hodens erschienen die Organe bereits am ersten Tage konsistenzvermindert, blaß und etwas verkleinert. Histologisch

waren noch keine schwerwiegenden Veränderungen feststellbar. Nach einer Woche schon war die Tunica albuginea erheblich bindegewebig verbreitert und in ihren tieferen Anteilen von besonders an monocytogenen Makrophagen reichen entzündlichen Infiltraten durchsetzt, die sich in die oberflächlicheren Anteile des Parenchyms fortsetzten. Die zelluläre Auskleidung der Tubuli erschien weitgehend nekrotisch bis auf kleine periphere Anteile des Parenchyms. Selbst das interstitielle Gewebe wurde nekrotisch und überwiegend waren Leydigische Zwischenzellen nicht mehr morphologisch oder mit Hilfe ihres charakteristischen Färbeverhaltens (vgl. z.B. MANCINI et al., 1952) oder entsprechender enzymhistochemischer Reaktionen (vgl. KNORRE, 1968; HAMACHER, 1968; BANDMANN, 1969; HUNDEIKER und BREHM, 1969; HUNDEIKER, 1970) auch nicht mehr nachzuweisen. Das Kapillarnetz ging in großen Teilen des Parenchyms völlig unter. Nachdem zuerst die alkalische Phosphatase- bzw. unspezifische Esteraseaktivität der arteriellen bzw. venösen Kapillarschenkel nicht mehr wie üblich nachweisbar war, blieben im Laufe der ersten beiden Wochen nicht einmal morphologisch erkennbare Reste erhalten. Mit den im Laufe eines Monats von der Peripherie her ins Zentrum vordringenden entzündlichen Infiltraten wachsen neue Kapillaren vor. Das neue Kapillarnetz und die Anordnung der gesamten kleineren Gefäße entsprach nicht der ursprünglichen Gefäßarchitektur. Leydigische Zwischenzellen waren wieder - in großen Inseln und gut entfaltet - reichlich nach-

weisbar. Eine Regeneration der Spermatogeneseepithelien war jedoch im größten Teil des Parenchyms, nämlich überall dort, wo die zelluläre Auskleidung der Tubuli zu Anfang zugrunde gegangen war, nicht eingetreten.

Diese Befunde an großen wie kleinen Säugetierhoden zeigen, daß die Gefäßarkade des Hodens und ihre Verbindungen bei einem Ausfall der Arteria spermatica interna tatsächlich im allgemeinen nicht die spermatogenetische Funktion des Hodens erhalten können.

Diese Feststellung entspricht der schon nach kurzen und vorübergehenden Unterbrechungen des arteriellen Zuflusses festzustellenden ganz außerordentlichen Empfindlichkeit der Samenepithelien gegenüber Störungen der Blutversorgung (vgl. z.B. OETTLÉ und HARRISON, 1952; STEINBERGER und TJIOE, 1969; SZÁRVAS und KOVÁCS, 1969; TJIOE und STEINBERGER, 1970), aber auch der Empfindlichkeit der Gefäßwände selbst (VOLKHEIMER und JOHN, 1966; WAIBEL, 1967).

Beim Menschen sind jedoch in dieser Hinsicht einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Die vorstehenden Befunde und ihr Vergleich mit den entsprechenden Angaben der Literatur zeigen, daß nicht nur die Variabilität, sondern auch der Umfang der Verbindungen zwischen den verschiedenen Arterien beim Menschen größer ist als bei manchen größeren oder kleineren Säugetieren. So konnten wir die sehr starke Verbindung zwischen einem in der Albuginea sich ausbreitenden großen Ast der Arteria

testicularis propria oder einem stärkeren Endzweig einer Arteria centripetalis, der aus dem Hodeninneren kommend die Tunica albuginea durchdringt, und der Gefäßarkade des Nebenhodens zwischen Arteria corporis epididymidis und Arteria ductus deferentis nur beim Menschen darstellen. Dafür fand sich hier diese Anastomose in der Mehrzahl der Fälle. Sie ist wegen ihrer Lage und Größe offenbar eher geeignet, wenigstens teilweise Funktionen der Arteria spermatica interna mit zu übernehmen, als die nur auf großen Umwegen von der Arteria ductus deferentis oder gar vielleicht einmal von der Arteria spermatica externa und cremasterica aus erreichbaren Anastomosen im Bereich des Nebenhodenkopfes und Mediastinum testis. Möglicherweise ist es auf diese speziell beim Menschen stark ausgeprägten Verbindungen zurückzuführen, daß z.B. bei der Varicocelenoperation nach PALOMO (1949) die Mitunterbindung auch des Stammes der Arteria spermatica interna toleriert wird, ja möglicherweise günstiger wirkt als die Unterbindung allein der abflußgestörten Venen (vgl. AFFLERBACH et al., 1968; HUNDEIKER, 1969).

III. 4.: Die Ausbreitung der Arterien im Hodeninneren

Die Arteria testicularis propria ist der Endast der Arteria spermatica interna nach Abgabe der Nebenhodenäste. Ihre weitere Verteilung soll zuerst am Beispiel des Stieres beschrieben werden, da hier alle charakteristischen Besonderheiten dieses Gefäßsystems besonders extrem ausgeprägt sind.

Die Arteria testicularis propria nimmt nach Durchlaufen des Convoluts einen ähnlichen Weg wie bei anderen grossen Säugetierhoden z.B. vom Widder oder Hengst (BIMAR, 1888; ARROU, 1893; BEUTLER, 1922; ELLENBERGER und BAUM, 1926; HUNDEIKER, 1961; POPESKO, 1965). Nach BIMAR senkt sich die Ader sogleich in die Tunica albuginea testis ein. An der Stelle ihres Eintritts beschrieb HARRISON (1949) bei seinen arteriographischen Untersuchungen eine Erweiterung. BEUTLER (1922) bemerkte, daß die Arterie sehr schräg und allmählich in die weiße Haut eindringt. Danach läuft sie in derselben leicht gewunden am epididymalen Rand herab zur Extremitas caudalis. Auf dieser Strecke ist sie nach GUTZSCHEBAUCH (1935) in 66% der Fälle vom Nebenhoden bedeckt und liegt stets mehr lateral. HOFMANN (1960) wies darauf hin, daß eine Angabe SIEBER's (1903), nach der die Arterie in diesem Bereich Äste an den Nebenhoden abgebe, nicht zutreffe, Bevor sie den Pol erreicht, teilt sie sich nach den Angaben von BIMAR (1888) dichotomisch in mehrere Äste auf, die sich weiter teilen in Zweige, welche geschlängelt an der Innenseite der weißen Haut verlaufen sollen. BEUTLER (1922) beschrieb eine Teilung in zwei Hauptäste, die sich, über die Extremitas caudalis testis hinweg und am freien Rande wieder cranialwärts laufend, weiter aufteilen. Sie schlängeln sich dabei so, daß die dichte Anordnung der ArterienSchlingen neben- und ineinander einen Gefäßmantel um die Gonade entstehen läßt. Aus diesem Mantel dringen nach BIMAR (1888) die durch

die Verästelung entstandenen Zweige, den "Interlobulär-septen" folgend, in die Tiefe auf das beim Stier zentral liegende Corpus Highmori zu. Dort angelangt, kehren sie um und laufen zur Peripherie zurück. So bilden sie einen Bogen, aus dem rückläufig die Zweige für die Lobuli testis entspringen. Die Befunde ARROU's (1893) stimmen mit den Angaben BIMAR's überein. Auch FAZZARI (1933) meinte, daß die vom Zentrum zur Peripherie gerichteten arteriellen Zweige beim Stier "zum größten Teil" von "Arteriae arcuatae" stammen. Genauere Angaben machte BEUTLER (1922), dessen Ergebnisse unseren eigenen Befunden beim Stier (vgl. HUNDEIKER, 1961) weitgehend entsprechen. Auch er beschrieb wie schon JARISCH (1888), BIMAR (1888) und ARROU (1893) die Bildung von Rami recurrentes, und zwar so, daß niemals direkt von den grossen Arterien Äste in das Parenchym entsendet würden, sondern jeder Arterienast, auch der kleinste, zuerst eine Strecke gewunden in der Tunica albuginea verläuft. Dannrollt er sich schneckenförmig auf oder bildet eine kurze Spirale und dringt plötzlich mehr oder weniger senkrecht zu seiner bisherigen Richtung radiär in das Hodeninnere ein.

Diese Gefäße sind entsprechend den Arterienzweigen, deren Fortsetzung sie bilden, von unterschiedlicher Stärke. Sie verlaufen ziemlich gerade. Auf ihrem Weg geben sie äußerst feine Zweige an das sie umhüllende Bindegewebe ab. Manchmal gabeln sich die Radiärgefäße in der Mitte oder im letzten Drittel ihres Weges in zwei dicht

nebeneinanderlaufende oder umeinandergedrehte Zweige. Meist erfolgt jedoch eine Teilung erst am Corpus Highmori. Die größeren Äste teilen sich dort T-förmig. Die so gebildeten Zweige rollen sich zu kurzen Spiralen mit eng aneinander liegenden Windungen auf. Diese Spiralen entsenden büschelförmig feine Arterienzweige. Diese laufen radiär zur Peripherie der Drüse zurück. Erst diese rückläufigen Zweige verästeln sich weiter und verteilen sich an das Parenchym.

Am Corpus Highmori sollen die Arterienzweige nach Ansicht von HARRISON (1949) ein anastomosierendes Netzwerk bilden. Auch JARISCH (1888) hatte dies vermutet. HOFMANN (1960) sah jedoch, daß sich die Knäuelwindungen benachbarter "Arteriae radiatae" zwar berühren, doch nicht anastomosieren. Er meinte aber, daß kleine Ästchen, welche Kapillaren an das Hodennetz abgeben, die Verbindung gegenüberliegender "Knäuelstränge" herstellten. Er konnte im Gegensatz zu zahlreichen anderen Literaturangaben keine arteriovenösen Anastomosen feststellen, beschreibt aber dafür im Corpus fibrosum "Sperrarterien" mit längsverlaufenden Muskelzellen "unter der Intima", die "zum Teil das Aussehen epitheloider Zellen besitzen". Er erklärt diese Gefäße als Vorrichtungen zur Regelung des arteriellen Blutstromes. - HOFMANN widmet ein eigenes Kapitel der Nomenklatur der Hodengefäße. Im Folgenden werden jedoch wie auch bei VRZGULOVA' et al., (1965) und POPESKO (1965) die weniger mißverständlichen und hinreichend genauen Bezeichnungen der älteren Autoren verwendet.



Abb. 6: Flacher Schrägschnitt durch das Corpus Highmori im Stierhoden. Paraffinschnitt $15\ \mu$, Goldner. Rechts von der Bildmitte sind in etwas verschiedenen Ebenen die Aufteilungsstellen an den Bindegewebskörper herantretender centripetaler Arterien mit ihrer charakteristischen Spiralenbildung angeschnitten. Vergr. 10 : 1

Im eigenen Material ergeben sich beim Stier im großen und ganzen mit den angeführten Literaturangaben übereinstimmende, in den Einzelheiten jedoch vielfach differierende Befunde. - Die letzten Schlingen der Arterienranke laufen flach zum epididymalen Rand des Hodens hinaus. Das Corpus epididymidis legt sich vom Caput her lateral um die Basis des Gefäßkegels und läuft dann dorsal am Hoden herab bis zur Extremitas caudalis. Dort ist die Cauda epididymidis sehr fest mit der Tunica albuginea verbunden, während des Verlaufes an der Dorsalseite des Hodens jedoch nur durch eine zarte, von dünnen gekreuzten Faserzügen unterfütterte Periorchialduplikatur. Deren Ansatz beeinflußt den Aufbau der tieferen Schichten der Tunica albuginea nicht erkennbar und ebensowenig den Verlauf der Arteria testicularis propria. Diese verläuft hier nämlich, nicht mehr geschlängelt sondern nur leicht gekrümmt, direkt unter dem Ansatz des Nebenhodenkörpers. Sie unterkreuzt dessen Anheftungsstelle dabei mehrfach. Sie zieht zur Extremitas caudalis testis herab und ist dabei in einem großen Teil der Strecke vom Nebenhoden völlig bedeckt. Sie erreicht hier wohl auch unter physiologischen Bedingungen kaum jemals eine kreisrunde Lichtung. Im ausgebluteten Zustand kollabiert sie weitgehend unter dem seitlichen Zug des Bindegewebes der Tunica albuginea, in das sie fest eingebaut ist. Aber auch in unter erheblichem Binnendruck entstandenen Korrosionspräparaten zeigt sie einen in der Ebene der Tunica albuginea abgeflachten Querschnitt.

Bevor sie die *Extremitas caudalis* erreicht, teilt sich die Arterie ganz konstant in zwei Äste. Diese beginnen ihrerseits gleich, sich weiter aufzuteilen. Sie umgehen mit ihren Windungen den Pol. Bisweilen läuft jedoch auch ein Ast über die *Extremitas* hinweg. Die Arterien geben, meist fast rechtwinklig, zahlreiche Äste ab, die sich ständig weiter verzweigen. Von der ersten Teilung der *Arteria testicularis propria* an sind alle diese Äste stark geschlängelt, jedoch jetzt in der Ebene der *Tunica albuginea*. Die Arterienschlingen sind teilweise so dicht gedrängt, daß sie nicht mehr ganz oberflächenparallel zu jener verlaufen können. Sie sind fest in das Bindegewebe der *Albuginea* eingebaut. Ein besonderes "Stratum vasculare" (vgl. HOFMANN, 1960) im Inneren der *Albuginea* ist beim Stier ebensowenig abgrenzbar wie ein solches, das ihr an der Innenseite anliegt. So bildet die *Arteria testicularis propria* schon allein mit ihren Verzweigungen einen dichten Mantel um das Organ. Sie verteilt sich dabei, nachdem sie zunächst dorso-cranial an den Hoden herangetreten, aber dann ohne Abgabe von Ästen halb um dessen größten Umfang herumgelaufen ist, jetzt von ventrocaudal her über seine Oberfläche.

Erst die letzten bei der Verzweigung in der *Tunica albuginea* entstandenen Äste bilden, nachdem sie immer noch vorher ein Stück gewunden in der Kapsel verlaufen sind, eine kurze Spirale, in welcher sie die weisse Haut nach innen durchbrechen. Dann senken sie sich,

abrupt zur Tiefe hin umbiegend, gestreckt und fast radiär, jedoch etwas zum cranialen Pol hin geneigt, in das Innere des Organs hinein. Sie verlaufen gerade bis zu dem beim Stier zentral, fast in der Längsachse der Gonde gelegenen Corpus Highmori. Es kommt allerdings gelegentlich vor, daß sie sich unterwegs einmal **knotenähnlich** umschlagen oder auch teilen. Die beiden so entstandenen Zweige laufen dann aber dicht aneinandergedrängt im selben Gefäßstrabekel zusammen bis zum Bindegewebskörper. Üblicherweise teilen sich die centripetalen Arterien aber erst, wenn sie die Peripherie des Corpus Highmori erreicht haben, in zwei Zweige. Diese Teilung kann bei schwachen Gefäßen manchmal unterbleiben. Immer aber rollen sich die entstandenen Zweige hier zu kurzen sehr engen Spiralen auf. Deren Längsachse liegt parallel zur Achse des Hodens und damit des Corpus Highmori. Die beigegebenen Abbildungen zeigen Aufteilung und Spiralenbildung der Arterienzweige im mikroskopischen Bild eines Längsschnittes und im Korrosionspräparat.

Aus diesen Spiralen entspringen neben sehr kleinen in das Corpus Highmori eindringenden Zweigen zahlreiche kleine Arterien. Diese ziehen gestreckt entgegen dem vorherigen Verlauf des zentripetalen Arterienstammes in Richtung zur Peripherie des Hodens und verästeln sich dabei ständig. Erst diese Gefäße verteilen sich im Hodenparenchym.

Aus dem untersuchten Material ergibt sich keinerlei Anhalt dafür, daß die am Corpus Highmori radiär aufeinander treffenden zentripetalen Arterien dort, wie HARRISON (1949) meinte, ein anastomosierendes Netzwerk bilden. Kapilläre Verbindungen lassen sich nicht sicher ausschließen. Arterielle Anastomosen existieren hier jedoch nicht. Es ist naheliegend, anzunehmen, daß bei den betreffenden arteriographischen Untersuchungen die Überlagerung der Röntgenschatten eng benachbarter Gefäßteile ein anastomosierendes Netzwerk vortäuschen konnte. - Nur in einem einzelnen Fall stellte sich einmal eine Verbindung zweier benachbarter Arterienspiralen als extreme Ausnahme dar.

Eine andere immer wieder angeführte Besonderheit der Hodengefäße, die sich aufgrund der eigenen Befunde nicht bestätigen läßt, ist die Anwesenheit arteriovenöser Anastomosen. Bei der Beschreibung der menschlichen Hodenarterien soll hierauf nochmals eingegangen werden. Möglicherweise sind gelegentlich Anschnitte der kleinen Spiralconvolute im Bereich der Aufzweigung der Arteriae centripetales als solche Gebilde verkannt worden, zumal in diesen Spiralgefäßen sehr komplizierte Muskelfaserverläufe gelegentlich zu queren Anschnitten an unerwarteter Stelle führen können, die dann "epitheloide Zellen" vortäuschen. Um jedoch arteriovenöse Anastomosen zu diagnostizieren (HAMMERSEN, 1969) muß man wirklich, nötigenfalls in Schnittserien, deren gesamte typische Architektur darstellen, was unseres Wissens bisher im



Abb. 7: Ein Querschnitt durch einen Zweig einer zentripetalen Arterie aus dem Stierhoden nahe an deren Aufteilungsstelle am Corpus Highmori läßt die enge Lagebeziehung derselben zum Rete testis deutlich erkennen. Gömöri, Paraffinschnitt. Vergr. 100 : 1

Hodenparenchym niemand gelungen ist.

In der Nähe der Extremitas cranialis auf der Dorsalseite des Hodens, also in einer Region, die gerade entgegengesetzt zu der gelegen ist, von der aus sich die Arterienäste über die Oberfläche des Organs ausbreiten, sind die von der Tunica albuginea kommenden zentripetalen Arterien spärlich. Hier kommt es häufig vor, daß eine von der ventralen Seite kommende zentripetale Arterie nach der üblichen Teilung und Spiralenbildung nicht alle aus den Spiralen entspringenden Zweige als Rami recurrentes wieder nach ventral sendet, sondern daß einige davon als Rami "transcurrentes" um das Corpus Highmori herum auf die dorsale Seite ziehen, um sich dort im Parenchym zu verteilen und in Arterien aufzulösen.

Die einfachste Form der Arterienverteilung findet sich im Hoden der Ratte, entsprechend dessen besonders einfacher Kanälchenarchitektur (vgl. auch MÜLLER, 1956). Auch hier umkreist die Arteria testicularis propria mit ihren Ästen einen großen Teil des Hodens in dessen größerem Umfang. Auch hier sind diese Äste geschlängelt. Sie bilden jedoch nicht einen vergleichbar dichten Gefäßmantel um das Organ wie beim Stier. Das liegt an der relativ größeren Fläche, die für ihre Ausbreitung zur Verfügung steht. Für den Bedarf des Gewebes hinsichtlich der Gefäßversorgung ist das Volumen des Hodens maßgebend. Dieses nimmt jedoch mit der Größenverringere-

rung des Organs relativ stärker ab als dessen Oberfläche, so daß aus rein geometrischen Ursachen kleinere Hoden eine geringere Dichte der peripher sich über ihre Oberfläche ausbreitenden Gefäße haben als große. - Während beim Stier die gesamten größeren Gefäßstämme in die Tunica albuginea eingebaut sind, bringt die geringere Dicke der Bindegewebshaut bei der Ratte es mit sich, daß die Arterien sich zur Innenseite gegen das Parenchym vorwölben oder fast ringsum von Parenchym umgeben der Tunica albuginea innen anliegen. - Auch bei der Ratte dringen die Arterienverzweigungen erst nach geschlängelter Verlauf in der Albuginea plötzlich umbiegend in das Parenchym ein, jedoch ohne vorherige Schlingen- oder Spiralbildung. Innerhalb des Parenchyms entsteht kein ähnlich radiärer Verlauf wie z.B. beim Stier, da der kleine Rattenhoden nur etwa einem "Lobulus" eines großen Säugetierhodens entspricht. Sein Corpus Highmori und Mediastinum liegen extrem peripher, nahe dem cranialen Pol, dadurch ziehen die Arterienzweige mehr oder weniger in Längsrichtung hin und nach einfachem bogenförmigen Umbiegen wieder, sich in Rami recurrentes aufteilend, zurück. Eine Spiralenbildung wie beim Stier findet sich an der Umbiegungsstelle nicht. Die Rami recurrentes nehmen einen parallel zu den Tubuli contorti gerichteten Verlauf an, um sich zwischen denselben zu verteilen. Die besonders einfache Kanälchenarchitektur des Rattenhodens mit ihren fast parallel und in Längsrichtung liegenden Tubuli

contorti bedingt eine besonders einfache Gefäßarchitektur. Diese macht den Rattenhoden im Vergleich mit extrem hoch und speziell entwickelten Formen, wie z.B. beim Stier, besonders geeignet zum Studium grundsätzlicher Besonderheiten der Vascularisation des Säugetierhodens.

Komplizierter liegen die Verhältnisse beim Menschen. Die Größe des menschlichen Hodens bringt eine Organarchitektur mit sich, die Elemente derjenigen kleiner und großer Hoden miteinander verbindet. Das Corpus Highmori liegt nicht ganz peripher wie bei der Ratte und durchzieht nicht wie in den Gonaden großer Säuger das Organ in der Längsachse, sondern ist an dessen craniodorsale Seite verlegt, von wo es etwas in das Parenchym hineinragt. Es ergibt sich also ein ähnlicher Aufbau, als würden die dorsal vom Corpus Highmori gelegenen Parenchymanteile des Großsäugehodens entfernt, so daß das Mediastinum an die hintere Peripherie des Organs gerät. Dieser Aufbau war, wie sich im Folgenden zeigen wird, Ursache vieler Irrtümer über die Gefäßarchitektur des menschlichen Hodens.

Eigentlich nur beim Menschen wird das Verhalten der Arteria testicularis propria nach Abgabe ihrer Nebenhodenäste immer wieder in der Literatur sehr unterschiedlich, teils abweichend von dem bei allen vergleichbaren Säugetieren, und nach unseren eigenen Befunden unzutreffend dargestellt. Das gilt vor allem auch für die Art des Eindringens der Arterie in die Keimdrüse. Eine rela-

Abb. 8: Korrosions-
präparat der Arte-
rien des Hodens ei-
nes neunzehnjährigen
Mannes nach Entfer-
nung der Nebenhoden-
gefäße zum Vergleich
mit dem Schema in
Abb.9 (unten rechts)

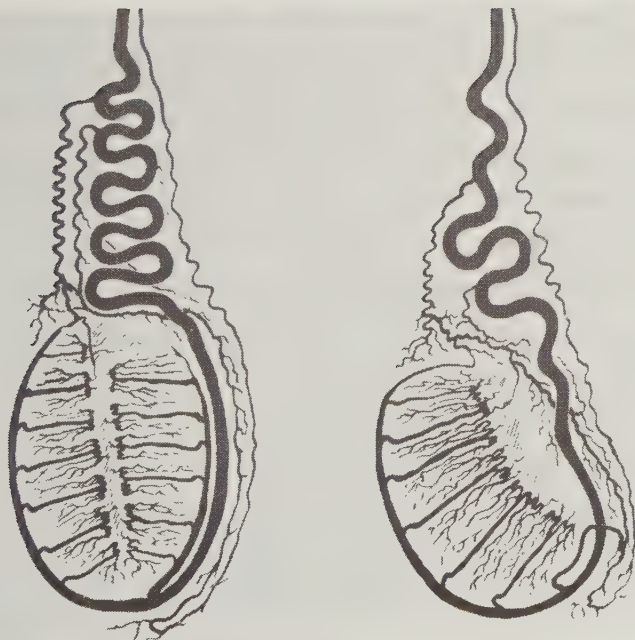
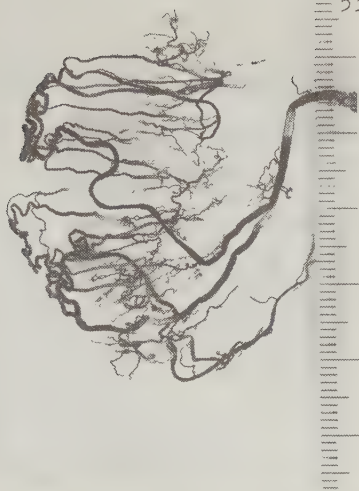


Abb. 9: Schematische Darstellung der Arterienanordnung
im Hoden beim Stier (links) und beim Menschen (rechts).
Schraffiert ist der Bereich des Corpus Highmori.

tiv genaue Darstellung gab, anders als andere Autoren seiner Zeit wie z.B. BARTHOLINUS (1969), DE GRAAF (1968). Darin sind hinsichtlich der gröberen Verzweigungen schon Grundzüge der Befunde von JARISCH (1888) vorweggenommen. Nach DE GRAAF tritt die Arteria testicularis propria am epididymalen Rande an den Hoden heran und läuft bis zur Extremitas caudalis herab. Dort biegt sie um und zieht am freien Rande wieder cranialwärts. ARNOLD (1847) gab seiner Beschreibung eine sehr schöne Abbildung bei, auf welcher die Arterie in zwei Äste geteilt neben dem Mediastinum testis in die Oberfläche des Organs eintritt, caudal und medial die Gonade umschlingt und sich vom freien Rande her über sie ausbreitet. In völligem Widerspruch dazu läßt der gleiche Autor jedoch im Text auch Zweige von dorsal in das Mediastinum testis eindringen. Nach LUSCHKA (1864) durchbohren erst die drei bis vier aus der Teilung der inneren Samenschlagader entstehenden Äste "neben dem Austritt der Ductuli efferentes die Albuginea in schiefer Richtung, um an die Innenseite dieser Haut zu gelangen". LUSCHKA meinte, daß infolge des schrägen Durchtritts durch höheren intraalbuginea-len Druck der Blutzufuß verringert werden könne. KOCHER (1887) dagegen kam aufgrund seiner morphologischen und physiologischen Erwägungen zu der Ansicht, daß die Arterien dadurch offen gehalten würden. MIHALKOVICS (1873) meinte, diese Art der Einpflanzung des Gefäßes sichere der Drüse eine gleichbleibende Blutzufuhr. ROLSHOVEN (1937) hat gezeigt, daß das Bin-

degewebsgerüst des Hodens nicht in so simpler Weise als starres machanisches Gebilde aufgefaßt werden darf, sondern eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit aufweist.

TESTUT (1894) gab an, die Arterie kreuze das Caput epididymidis medial, gelange zum epididymalen Rand des Hodens, laufe an diesem entlang zur Extremitas caudalis und teile sich etwa zwei Zentimeter vor Erreichen derselben in eine Ramus "internus" (=medialis) und "externus". Die Arterie dringe in die Tunica albuginea in der Gegend ein, wo sich der Ductus deferens an den Hoden hefte, und zwar nicht an einer umschriebenen Stelle, sondern allmählich.

Diese Aufteilung der Arteria testicularis propria in zwei Hauptäste, einen medialen und einen lateralen, welche beide gegenden caudalen Pol des Organs verlaufen, um über diesen hinweg auf dem freien ventrocaudalen Rand mit ihren Zweigen verschieden weit gegen den cranialen Pol vorzudringen, wurde auch von PELLANDA (1903) gefunden. Er gab für diesen Verzweigungsmodus eine Häufigkeit von 70% an; nur sollte dabei die Höhe der Bifurkationsstelle variabel sein. Meist teile sich das Gefäß beim Durchtritt durch die Tunica albuginea, hin und wieder jedoch näher am caudalen Pol.

Beide Äste breiten sich über die Seitenflächen des Hodens mit einer wechselnden Anzahl von Zweigen - nach TESTUT (1894) vier, nach PELLANDA (1903) mindestens sechs bis sieben - aus. HARRISON (1949) fand eine

gleichartige Zweiteilung und Verzweigung der Arteria testicularis propria auch bei manchen Primaten. JARISCH (1888) und PELLANDA sahen in mehreren Fällen jedoch auch eine direkte Teilung in vier bis fünf Äste, die dann dementsprechend kürzer blieben. PELLANDA, der allerdings nur die Verhältnisse beim Menschen berücksichtigte, versuchte den eigenartigen Verlauf der den Hoden auf seinem größten Umfang fast umkreisenden Arterie als Folge des Descensus testiculorum zu erklären. Er meinte, daß dabei die Stelle, an der das Gefäß den Hoden erreicht, vom caudalen zum cranialen Pol verlagert werde. ANDRES (1927) wies demgegenüber auf die Verhältnisse bei *Lepus cuniculus* hin. Hier umkreist die Arterie den Hoden zwei- bis dreimal, so daß in der Tat eine Anwendung der Hypothese PELLANDA's zu bizarren Schlüssen führen müßte.

Nach den Angaben von BLANCKAERT (1695), JARISCH (1888), ARROU (1893), PELLANDA (1903) scheint ein etwas abgewandelter Teilungsmodus der Arteria testicularis propria nicht ganz selten zu sein, bei welchem diese mehr oder weniger ungeteilt am Margo epididymalis herab - und um die Extremitas caudalis herumläuft, um sich am Margo liber mit ihren Zweigen auszubreiten. Dieses Verhalten entspricht dem bei vielen Säugetieren.

Die Endzweige dringen schließlich ganz entsprechend dem bei *Bos taurus* beschriebenen Verlauf von der Tunica albuginea her radiär in den fälschlich sogenannten "Septula", die ja in Wirklichkeit nicht Trennwände, sondern zentra-

le Gefäßstrabekel der einzelnen Parenchymabschnitte darstellen, in das Innere des Hodens ein und laufen auf das Mediastinum testis zu. J.F. MECKEL (1820) hielt diese Gefäße als einziger der alten Autoren richtig für das wesentliche Element der inneren Läppchengliederung der Keimdrüse. Diese Ansicht jedoch wurde von STIEDA (1877) sehr scharf abgelehnt.

Während nun TESTUT (1894) und PELLANDA (1903) meinten, die Arterien gäben im zentripetalen Verlauf ihre Äste an das Parenchym ab, fanden BIMAR (1888) und ARRCU (1893) regelmäßig auch beim Menschen die von ihnen bei verschiedenen Säugetieren beobachtete Anordnung, bei der die zentripetalen Gefäße keine Zweige an das Parenchym abgeben, sondern sich erst am Mediastinum in Rami recurrentes auflösen, die zentrifugal wieder zur Oberfläche strebend sich an die Substanz der Drüse verteilen. PASTEAU (1901) gab eine den Beschreibungen bei BIMAR und ARROU sowie bei SEBILEAU und ARROU (1892) ähnliche Darstellung, ließ aber die zentripetalen Arterien, ähnlich wie später HARRISON (1949) beim Stier, am Corpus Highmori miteinander anastomosieren.

Ganz im Gegensatz zu den Befunden fast aller bisher aufgeführter Untersucher stehen Angaben wie die von GIUDICI (1870) oder FREY (1886), zum Teil auch KRAUSE (1842; 1879), nach denen die Arterien am Corpus Highmori in das Hodeninnere eindringen, oder gar die von HILL (1906; 1909), der eine ganz eigenartige Beschrei-

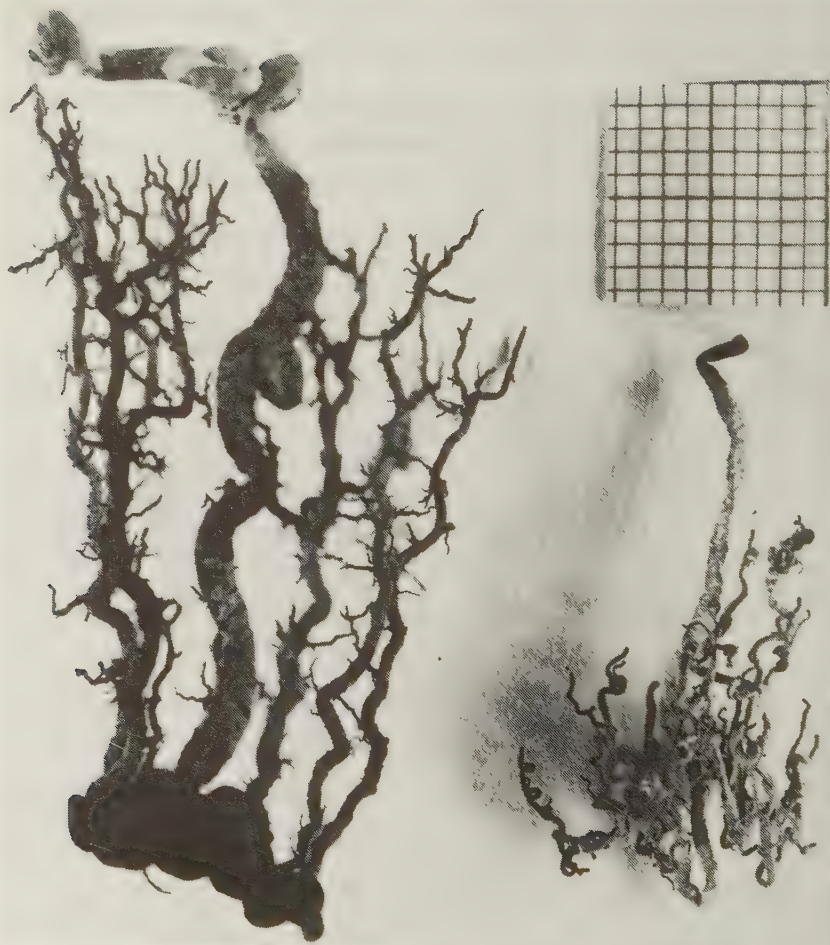


Abb. 10: Arteriae centripetales mit ihren Rami re-
currentes vom Stier (links) und vom Menschen (rechts).
Korrosionspräparate.

bung der Hodengefäße gab. Er begann mit seinen Untersuchungen dort, wo nach seiner Ansicht die Methoden früherer Forscher, besonders ARNOLD's (1847) nicht mehr hinreichten, den weiteren Verlauf der Arterien im Einzelnen zu verfolgen, nämlich an der Stelle, wo sie ungeteilt oder in zwei Ästen den Hoden erreicht. Um so bewundernswerter müssen aber demnach gerade die Ergebnisse ARNOLD's und der anderen vorgenannten zum Teil allerdings HILL wohl auch unbekannten Untersucher erscheinen. Denn die Abbildungen gerade z.B. bei ARNOLD (1847), in manchen Teilen auch schon bei TIEDEMAN (1822) sprechen sehr dafür, daß diese alten Autoren der Wahrheit näher kamen als HILL. Nach HILL entsendet die Arteria testicularis dicht vor Erreichen des Mediastinum testis einen sehr großen Ast "um die Tunica albuginea zu versorgen". Dieser Ast, "einer der Kapseläste", umkreist die Drüse auf der Innenseite der Albuginea. Weiter meinte HILL, die "Kapseläste" gäben viele kleine Arterien ab, die, meist sehr gewunden, den Hoden auf der inneren Seite der Tunica albuginea umgäben. Sie versorgten dort einen "Capillarplexus", den Astley COOPER (1830) als Tunica vasculosa benannt habe. Zweige davon durchdrängen die Drüsensubstanz und anastomosieren mit den "aufsteigenden Arterien", welche am Mediastinum abgegeben würden. Diese seien die Hauptäste, gingen vom Corpus Highmori aus und schickten eine große Anzahl kleiner Zweige in die Drüse. Es bestehe eine profuse Anastomosierung zwischen den Arterien und jeder

Lobulus testis erhalte Blut aus zwei oder mehr "aufsteigenden" und einer gleichen Anzahl "absteigender" Arterien.

Diese von HILL angegebene Verteilung der Arteria testicularis propria beim Menschen wäre ganz spezifisch für diesen und anders als bei vergleichbaren Säugetierhoden. HILL selbst betonte auch den auffallenden Unterschied zwischen der Arterienarchitektur des Hodens beim Schwein und beim Menschen und brachte ihn in Zusammenhang mit der verschiedenen Anordnung des Corpus Highmori. Nichtsdestoweniger beschrieben wenig später JORANSON et al., (1929) eine gleiche Verteilung beim Hund, der doch ebenfalls wie *Sus scrofa* ein zentrales Corpus Highmori hat. Allerdings kam schon HASUMI (1930) bei seinen Untersuchungen zu der Auffassung, daß die Angaben der vorgenannten Autoren über "aufsteigende" Arterien auf Täuschungen durch orthograde Veneninjektion beruhen, und dieser Meinung möchten wir uns anschließen.

Andererseits war das Eintreten eines mehr oder weniger großen Teiles der Arterien am Corpus Highmori damals schon eine in der Literatur häufig zu findende Angabe. Anscheinend ist sie von BOURGERY und JACOB (1839) zuerst aufgebracht worden. Nach KÖLLIKER (1854; 1867) und v. EBNER (1899) soll die Arteria testicularis teils gleich in den Bindegewebskörper eindringen, teils sich mit vielen Ästen geschlängelt in der Faserhaut und an deren innerer Fläche nach dem vorderen Rand des Hodens wenden. Die gröberen Äste treten teils vom Mediastinum, zum Teil auch von der Albuginea aus, "von den Abgangs-

stellen der Septula testis" in das Innere des Hodens ein. KRAUSE (1879) z.B. meinte: "Die Vasa spermatica interna, welche durch die Löcher der Tunica albuginea am hinteren Rande des Testikels ein- und austreten, bilden im Corpus Highmori Geflechte, namentlich die Venen". Ähnliche Vorstellungen finden sich bei KRAUSE (1842), GRAY (1860), SAPPEY (1873), CRUVEILHIER (1877), TOLDT (1884), DEBIERRE (1890), TESTUT (1894), STÖHR (1887). Die entsprechende Literatur ist bei HUNDEIKER und KELLER (1963) zusammengestellt. FAZZARI (1933) schrieb sogar: "Queste arterie mediastiniche sono numerose, grosse e, all'inizio, flessuose". Er schreibt diesen Gefäßen den größten Anteil an der Blutversorgung des Hodens zu. Auch STIEVE (1930) folgte mit seiner Darstellung weitgehend denen von KÖLLIKER, SAPPEY, TESTUT und STÖHR. Nach seiner Beschreibung tritt die Mehrzahl der Arterien vom Bindegewebskörper her in das Zwischengewebe ein, "vereinzelte, zum Teil ziemlich starke Äste" durchbohren aber die Tunica albuginea "an verschiedenen Stellen". Während ihres Durchdringens gäben sie Äste zur Versorgung der Tunica albuginea ab. Im Inneren des Organs zögen die größeren Äste in den "Scheidewänden der Läppchen" und erreichten von dort aus das Zwischengewebe.

Die Angaben der zuletzt genannten Autoren sind (vgl. auch HUNDEIKER und KELLER, 1963; HUNDEIKER und v. MULERT, 1966) in die meisten neueren Lehrbücher unkontrolliert übernommen worden. PETERSEN (1935) ließ

die Blutgefäße teils vom Mediastinum, teils von der Albuginea aus in den Hoden eindringen. TANDLER (1926) schrieb unverbindlich, daß die Arterie sich am Hinterrand des Hodens in mehrere Äste teile, die in das Mediastinum testis oder in die Albuginea eindringen und sich von hier aus im Parenchym verästelten. Ebenso machte KOPSCH (1955) keine klaren Angaben, sondern beschränkte sich auf die Angabe, daß die Arterienäste die "fibrösen Hüllen des Hodens durchbohren und in dessen Substanz eindringen". MAXLAW und BLOOM (1957) meinten, einige Zweige der Arterie drängen im Bereich des Mediastinums in den Hoden ein, während andere "zur vorderen Seite" liefen, "in oder unter der Albuginea, in der Tunica vasculosa". Vom Mediastinum und von den Septula aus drängen dann die kleineren Zweige in das Innere der Lobuli ein. Ähnliche Angaben finden sich im Lehrbuch der Histologie von BARGMANN (1955); in demjenigen von STÖHR-v. MÖLLENDORFF-GOERTTLER (1963; 1969) wurden sie aufgrund unserer Befunde (1961) korrigiert. Einzig SIEGLBAUER schrieb schon 1944: "In den Septula dringen von der ganzen Hodenoberfläche die Gefäße in das Organ ein, im Gegensatz zum Ovarium, bei welchem die Gefäße am Hilus in die Marksubstanz eindringen. Auch hier liegt ein frühes Unterscheidungszeichen für die männliche und weibliche Keimdrüse".

Daß sich nicht mehr zutreffende Beschreibungen in Lehrbüchern finden, ist um so verwunderlicher, als JARISCH bereits 1888 eine sehr klare und genaue Beschreibung

der Hodenarterien veröffentlicht hat, die im wesentlichen auch von DEMEL (1926) in die "Neue deutsche Chirurgie" übernommen worden ist. Danach tritt die Arteria testicularis in der Gegend des hinteren Randes an den Hoden heran, meist nahe der Extremitas caudalis. Daß aber große Gefäße konstant im Bereich des Corpus Highmori eindringen, konnte JARISCH nicht bestätigen. Die Gefäße durchbohren die Tunica albuginea, wenn sie an diese herangetreten sind, in schiefer Richtung, laufen in derselben geschlängelt eine ziemlich lange Strecke, treten wieder schief nach innen aus der Tunica albuginea aus, verlaufen noch eine Strecke zwischen Albuginea und Parenchym und treten dann in dasselbe ein. Diese intratesticulären Zweige sind meist von der Gegend des freien Randes auf das Mediastinum zu gerichtet. Auch in dem einzigen Fall, in dem JARISCH größere Arterien am Corpus Highmori in den Hoden eindringen sah, verteilten sich diese nicht von dort aus ans Parenchym. Sie nahmen sofort die Richtung gegen den freien Rand und schickten dort von hier aus sich umbiegend wieder zentripetale Zweige in das Innere des Hodens.

HASUMI (1930) erhob den gleichen Befund, daß solche Arterien, die vom Mediastinum her in das Parenchym einzudringen schienen, stattdessen ohne jede Verzweigung bis zum freien Rand des Hodens durchlaufen, sich dort evtl. in der Tunica albuginea aufteilen und wieder als Arteriae zentripetales in das Hodeninnere eindringen. BIMAR vertrat bereits 1888 die Ansicht, daß die Mehr-

zahl der Autoren, die zentrale Arterien beschrieben haben, einer Verkenennung der Rami recurrentes der zentripetalen Arterien zum Opfer gefallen sein könnten.

JARISCH (1888) fand die vom freien Rande her in den Hoden eindringenden Arterien fast parallel angeordnet und mehr oder weniger senkrecht zur Längsachse des Organs, so daß dieses dadurch in einer Reihe aufeinanderliegender scheibenähnlicher Gefäßbezirke gegliedert werde. Diese "segmentale Anordnung der Gefäße, die in einigen Fällen undeutlicher, in anderen aber um so deutlicher zutage tritt", erinnerte ihn an Verhältnisse wie ^{sich}typisch bei niederen Wirbeltieren, wie z.B. Fröschen, vorfänden (vgl. auch FERNER und MÜLLER, 1955).

Insgesamt ergibt sich also der Eindruck, daß gerade die Autoren, die selbst die Arterien des Hodens beim Menschen und bei Säugetieren untersuchten, keine zentralen Arterien, sondern nur die vom freien Rand her sich in das Organinnere einsenkenden zentripetalen Arterien fanden. Die Originalarbeiten aber, die Angaben über Arteriae centrales enthalten, bieten doch meist in Bildern oder Text Anhaltspunkte dafür, daß gerade die beschriebenen Gebilde keine zentralen Arterien waren. Vielleicht darf man auch annehmen, daß gelegentlich die Interpretation der Befunde durch die Voreingenommenheit der durch unzutreffende Lehr- und Handbuchdarstellungen in ihren Erwartungen beeinflussten Untersucher geprägt wurde.

Tatsächlich ist ja auch die im Hoden verwirklichte Arterienverteilung in ihrer ungewöhnlichen Kompliziertheit nicht das, was man am wahrscheinlichsten und einfachsten erwarten würde. Um so leichter können aber Irrtümer über die untersuchten Gefäßanteile entstehen.

Hierfür gibt es zwei bevorzugte Möglichkeiten: einmal die Verkenennung von Rami recurrentes der zentripetalen Arterien als zentrale durch den Bindegewebskörper kommende Gefäße, zum anderen (vgl. z.B. HILL, 1906; FAZZARI, 1933) die Verwechslung der Venae centrales mit Arterien besonders infolge orthograden Vordringens von Injektionsmassen in das Venensystem. - Im großen und ganzen jedoch scheint das Vorkommen der Arteriae centrales stets auf Lehr- und Handbücher beschränkt gewesen zu sein. Hier haben sie sich unkontrolliert seit der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts bis heute fortgeerbt, ohne daß die Ergebnisse späterer genauer Untersucher zur Kenntnis genommen wurden.

Dieser Eindruck wird durch unsere Befunde am eigenen Material bestätigt. Dabei ergibt sich folgender Arterienverlauf: Medial vom Caput epididymidis, oft auch erst im Bereich des Corpus, nähert sich die Arteria testicularis propria dem Hoden. Wo an dessen Hilus sich das Bindegewebe der Tunica albuginea und des Mediastinum testis mit dem die Gefäße des Samenstranges umschließenden verbindet, tritt die Arterie in die Tunica albuginea testis über. In derselben läuft sie entweder, was wir einmal fanden, ungeteilt am Margo epididymidis unter

dem Nebenhoden herab, etwas nach medial verlagert um die *Extremitas caudalis* herum und am freien ventralen Rande wieder herauf, oder, was meist der Fall ist, teilt sich noch im Bereich des *Hilus testis* oder noch vorher in zwei Äste. Diese ziehen getrennt in der *Tunica albuginea* um den Hoden herum und am freien Rande in immer mehr geschlängeltem Verlauf wieder cranialwärts. In diesen Fällen läuft einer der beiden Äste meist nicht mehr ganz um den caudalen Pol herum, sondern mehr oder weniger über die mediale Fläche des Hodens hinweg, um an dessen vorderen Rand zu gelangen. Dort breitet er sich mit seinen Zweigen aus. Derjenige Ast, der auf diese Art weiter cranial den freien Rand des Hodens erreicht, übernimmt dann auch die Versorgung des cranialen Teiles desselben.

In einem einzigen Fall zogen beide Äste der *Arteria testicularis propria* fast quer über die mediale Fläche des Hodens hinweg, um sich dann in der üblichen Weise am freien Rande auszubreiten. Von dieser Form der Arterienanordnung ist kein großer Schritt mehr bis zu dem am extremsten gegenüber der Grundform abgewandelten Verzweigungstyp, der im eigenen Material beobachtet werden konnte. Hierbei trat die *Arteria testicularis propria media* vom Nebenhoden im cranialen Bereich des *Mediastinum testis* in die *Tunica albuginea* über und teilt sich auf der medialen Fläche des Hodens in zwei gleichstarke Äste. Diese teilten sich ihrerseits sogleich wieder und breiteten sich fächerförmig auf der *Fascies medialis testis* aus. Der am weitesten caudal gelegene der ersten

vier aus der Teilung entstandenen Äste bog gleich wieder nach dorsal um, verließ die weiße Haut und drang in die Kapsel des cranialen Teiles des Corpus epididymidis ein. Ein noch in der Tunica albuginea von diesem Gefäß entspringender Ast erreichte weiter caudal den Nebenhoden. Ein starker Zweig eines der anderen sich am freien Rande verteilenden Arterienäste ging an der Extremitas caudalis in die Cauda epididymidis über. Der eigentliche Nebenhodenast der Arteria spermatica interna war hier auf einen kleinen Zweig reduziert, der 2,5 cm proximal vom Hoden entsprang und sich mit den anderen Gefäßen des Nebenhodens vom Caput her durch stärkere Zweige verband. Diese anastomosierten untereinander und mit einem weiteren feinen Endzweig der Arteria testicularis, der als Fortsetzung einer zentripetalen Arterie nahe der Extremitas cranialis testis nahe dem Rete testis die Albuginea von innen her durchdrang, sowie vor allem mit der hier ungewöhnlich starken und lebhaft geschlängelten Arteria ductus deferentis. Alle weiteren Äste des Arterienfächers verteilten sich, stark gewunden, von medial kommend über den freien Rand des Hodens.

Von dem zuerst beschriebenen Modus der Arterienausbreitung der völlig dem bei großen Säugetieren häufigsten Typ entspricht, bis zu der zuletzt dargestellten Extremform zeigen die übrigen untersuchten Exemplare alle Übergangsformen. Sogar auf beiden Seiten desselben Individuums kann die Verteilung der Arterien unterschiedlich sein. Am häufigsten ist beim Menschen der Zweite



Abb. 11: Korrosionspräparat der Arterien des Hodens eines 18-Jährigen von lateral. Vergr. 2 : 1

der dargestellten Typen. Die Übergänge sind jedoch fließend. Wesentlich ist, daß niemals die dorsal an den Hoden herantretende Arteria testicularis propria von dort her sich im Parenchym verteilt, sondern stets in der Oberfläche das gesamte Organ umschlingt, um sich von ventrocaudal her über dieselbe auszubreiten, bevor Zweige in das Organinnere dringen.

Die Abbildungen zeigen deutlich die periphere Verteilung der Arteria testicularis propria und ihrer Äste am Hoden. Dieser peripheren Arterienausbreitung kommt nicht nur möglicherweise eine besondere funktionelle Bedeutung zu, wovon später noch eingehend die Rede sein wird. Sie hat auch eine erhebliche praktische Bedeutung für jeden, der gezwungen ist, diagnostische Hodenbiopsien durchzuführen (HUNDEIKER und v. MULERT, 1966; MAUSS et al., 1969). Die periphere Arterienausbreitung muß bei der Wahl der Excisionsstelle berücksichtigt werden. Aus dem Vorstehenden ergibt sich als günstigste Lokalisation für die Gewebeentnahme ein Bereich im mittleren und oberen Teil des freien Randes und der benachbarten Partien der Lateralseite. Das bloße Vermeiden von außen sichtbarer intraalbuginärer Gefäße genügt nicht, um Gefäßverletzungen sicher auszuschließen, und zwar wegen einer ganz eigentümlichen Variante des Arterienverlaufes: Bei der geringeren Dicke der Tunica albuginea beim Menschen sind die Arterien nicht mehr überall ganz in deren Gewebe eingeschlossen wie beim Stier, sondern teilweise (vgl. Abb. 12) nach innen herausverlagert, Vereinzelt

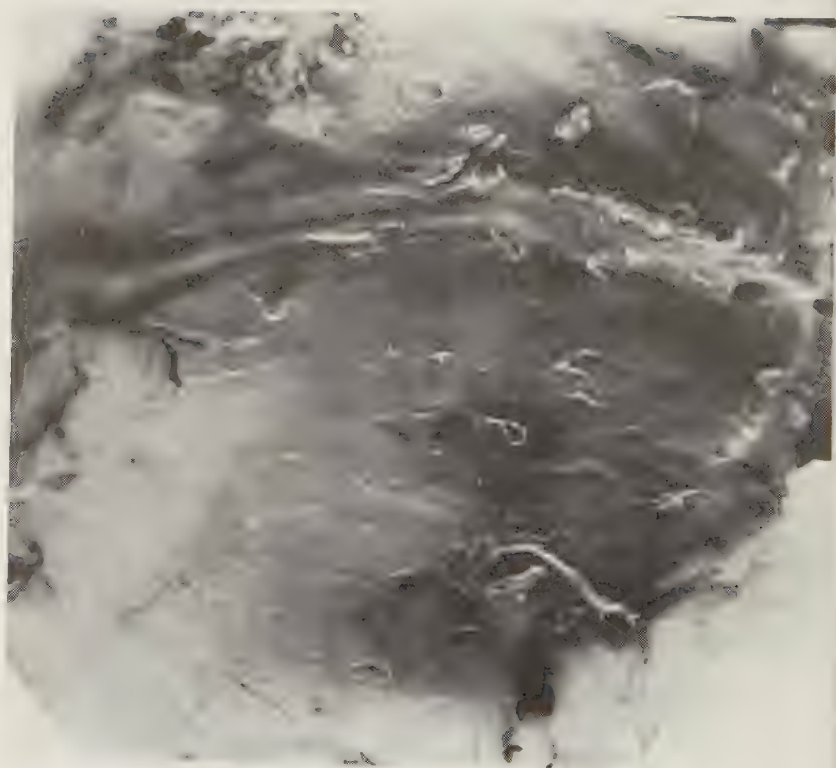


Abb. 12: Auf einer Bindegewebsleiste in das Hodeninnere verlagertes, (nach links) wieder zur Oberfläche ziehender peripherer Ast der Arteria testicularis propria an der Tunica albuginea der Medialseite eines menschlichen Hodens. Vergr. 10 : 1

erscheinen sie geradezu auf einer von der Tunica albuginea ausgehenden Bindegewebsleiste in das Innere des Organs verlegt und scheinen dann nicht durch die Tunica albuginea erkennbar durch. Diese Variante findet sich bei die Medialseite des Hodens überquerenden Gefäßen. Diese kürzen so einen Teil des Verlaufes über die gewölbte Fläche der Tunica albuginea ab, um dann am freien Rand sich wieder oberflächlich zu verteilen. Die extremste Ausprägung dieses Gefäßtypes findet sich, in Form statt über die Oberfläche durch das Hodeninnere den freien Rand erreichender Arterien, äußerst selten.

Entsprechend der relativ größeren Oberfläche des an Volumen gegenüber demjenigen des Stieres viel kleineren menschlichen Hodens bilden die Arterien in der Tunica albuginea nicht einen so dichten Gefäßmantel, wie er beim Stier beschrieben wurde. Das ist auch die Ursache dafür, daß eine diagnostische Hodenbiopsie bei zweckmäßiger Durchführung beim Menschen (MACHER, 1959; GORDON et al., 1965; HUNDEIKER und v. MULERT, 1966; MAUSS et al., 1969) mit offenbar geringeren Gefahren einer - gefäßbedingten - Spermatogeneseschädigung belastet ist als beim Stier (vgl. LEIDL, 1961). Aus der seitlich etwas abgeflachten Form der Gonade und der exzentrischen Lage des Bindegewebskörpers ergibt sich, daß die zentripetalen Gefäße nicht, wie beim Stier mit seinem zentralen Corpus Highmori, von allen Seiten radial in das Innere der Gonade eindringen, sondern nur mehr oder weniger von ventral vom freien Rand aus. Im

Prinzip ist die Anordnung jedoch gleich.

Die letzten aus der Aufzweigung der Arterien in der Albuginea hervorgehenden Äste biegen nach einer wechselnden Strecke geschlängelten oberflächlichen Verlaufes plötzlich um und streben ziemlich senkrecht zu ihrer bisherigen Richtung geradeaus auf das dorsal gelegene Corpus Highmori zu. Sie laufen alle annähernd senkrecht zur Längsachse des Hodens. Diese zentripetalen Arterien geben in der Regel noch keine Zweige an das Hodenparenchym ab. Sie dringen vielmehr senkrecht in die Tiefe, bis sie den Bindegewebskörper erreicht haben. Dort teilen sie sich in mehrere Äste, die entgegengesetzt zur bisherigen Richtung umbiegen und in viele feine rückläufige Zweige auflösen. Erst diese Rami recurrentes verteilen sich im Parenchym. Ihre Entstehung aus den zentripetalen Arterien zeigt im Hoden des Menschen im Gegensatz zu demjenigen des Stieres eine sehr starke individuelle Variabilität. Von Formen mit regelrechter Spiralenbildung und büschelförmiger Verzweigung nach rückwärts wie in großen Säugetierhoden über unregelmäßige Formen, bei denen erst die einzelnen Zweige umkehren bis zu einem einfachen bogenförmigen Umbiegen einzelner zentripetaler Gefäße, wobei dann aus der Konkavseite des Bogens weitere kleine rückläufige Zweige entspringen und ein z.B. dem bei *Musrattus* ähnliches Bild entsteht, zeigen sich in unseren Präparaten fließende Formübergänge. Gerade in der Art des Umbiegens der Arterien fanden sich beim Menschen große individuelle

Unterschiede. Die Abbildungen zeigen jedoch die trotz allem im Hoden verschiedener Größe gewährte prinzipielle Ähnlichkeit der Anordnung.

Anastomosen zwischen zentripetalen Arterien konnten wir im menschlichen Hoden ebensowenig finden wie in anderen. Das gleiche gilt für arteriovenöse Anastomosen, deren Vorkommen immer wieder vermutet oder behauptet wurde (vgl. BARGMANN, 1959; KRÖLLING und GRAU, 1960; Zusammenstellung z.B. bei HORNSTEIN, 1964). Schon HORNSTEIN hob die Unmöglichkeit hervor, trotz spezieller Aufmerksamkeit die im Hoden vermuteten arteriovenösen Anastomosen histologisch wirklich zu sichern. Dem läßt sich hier hinzufügen, daß auch bei spezieller Suche in Serienschnitten ein solcher Nachweis nicht gelang. Deswegen vermuten wir, daß manchen entsprechenden Beobachtungen Fehldeutungen von Anschnitten aufgeknäuelter Enden der Zentripetalarterien und deren Verzweigungen mit ihren speziellen komplizierten Anordnungen der glatten Muskulatur, wie sie sich gelegentlich in Spitalarterien finden, zugrunde gelegen haben könnten.

Wie beim Stier, fand sich auch beim Menschen in unseren Präparaten regelmäßig die Verbindung zwischen Arterien des Nebenhodenkopfes und denen des Hodens nahe der Extremitas cranialis; sie wurde an anderer Stelle bereits gestreift. Viermal war es ein die Tunica albuginea von innen her nahe dem Rete testis durchdringender Zweig einer zentripetalen Arterie, in sechs Fällen ein Gefäß

aus der weißen Haut, das im cranialen Bereich des Bindegewebskörpers den Hoden verließ, um in der Nachbarschaft der Ductuli efferentes in die Kapsel des Nebenhodens einzudringen. Eine andere bereits erwähnte Anastomose, die wir beim Stier in keinem Fall fanden, stellte sich beim Menschen in 70% mehr oder weniger stark entwickelt in Korrosionspräparaten dar. Dabei ging in der Nähe der Extremitas caudalis testis ein Zweig der Arteria testicularis propria bogenförmig aus der Tunica albuginea testis auf die Cauda epididymidis über und verband sich mit den dort verlaufenden Adern. In einem bereits erwähnten Fall war diese Verbindung mehrfach angelegt.

III. 5.: Die Blutkapillaren im Hodenparenchym

Über die Architektur des Kapillarnetzes in der männlichen Keimdrüse liegen bisher nicht allzuviel eingehende Angaben vor, abgesehen von der häufig gebrauchten Feststellung, daß die Arterien "sich in Kapillaren auflösen". Noch weniger findet sich in der Literatur über die Morphologie der Kapillaren selbst. - Beim Stier wußte FAZZARI (1933) anzugeben, daß sich die Arteriolen "plötzlich" in ein Kapillarnetz mit unregelmäßig vier-eckigen Maschen aus geschlängelten Haargefäßen aufteilen. Diese laufen im Bindegewebe um die Tubuli contorti und treten nicht in unmittelbaren Kontakt mit deren Wand. Sie sollen einen Durchmesser von $6-7,3 \mu$ haben. - Beim Menschen fand PASTEAU (1901) die Beziehungen der

letzten arteriellen Verzweigungen zu den Tubuli contorti nicht besonders eng; sie würden von jenen getrennt durch Bindegewebe und die interstitiellen Zellen. Er sah in dieser Anordnung eine Einrichtung zum Schutz der Tubulusepithelien gegen Pulsbewegungen der Arterie und Druckveränderungen, ebenso wie in der komplizierten und verlängerten Arterienaufzweigung. Die Kapillaren selbst bilden nach KÖLLIKER (1867) bzw. v. EBNER (1899) ein "sehr weitmaschiges Netz" von 6-18 μ weiten Gefäßen. FAZZARI (1933) ließ Praekapillaren und Kapillaren reichlich untereinander anastomosieren und weite Maschen bilden, die der Wand der Tubuli aufliegen. Die Kapillaren sollten geschlängelt sein und ein gleichmäßiges Kaliber von 6-8,6 μ haben. HENLE (1866) meinte, die Netze der Blutgefäße machen einen ansehnlichen Teil des Hodenparenchyms aus. Er fand die Kapillaren "minder eng als in anderen Drüsen", jedoch geschlängelt im Verlauf, was er in Beziehung zu möglichen Volumenänderungen des Hodens setzte. CRUVEILHIER (1877) beschrieb in ähnlicher Weise ein weitmaschiges Netz gewundener Kapillaren. Ebenso fanden KRAUSE (1879) das Netz "langmaschig" und FREY (1863) "nicht sehr reich". GERSTER (1877) hingegen bezeichnete das Kapillarnetz als bei vollständiger Darstellung ungemein reich. Während die großen Gefäße nie die Samenkanälchen berührten, sondern sich stets an die Mitte der "Septen" hielten, sollte das Kapillarnetz Samenkanälchen und Lymphgefäße dicht umspinnen und beim Menschen stellenweise in der Wand der Tubuli seminiferi

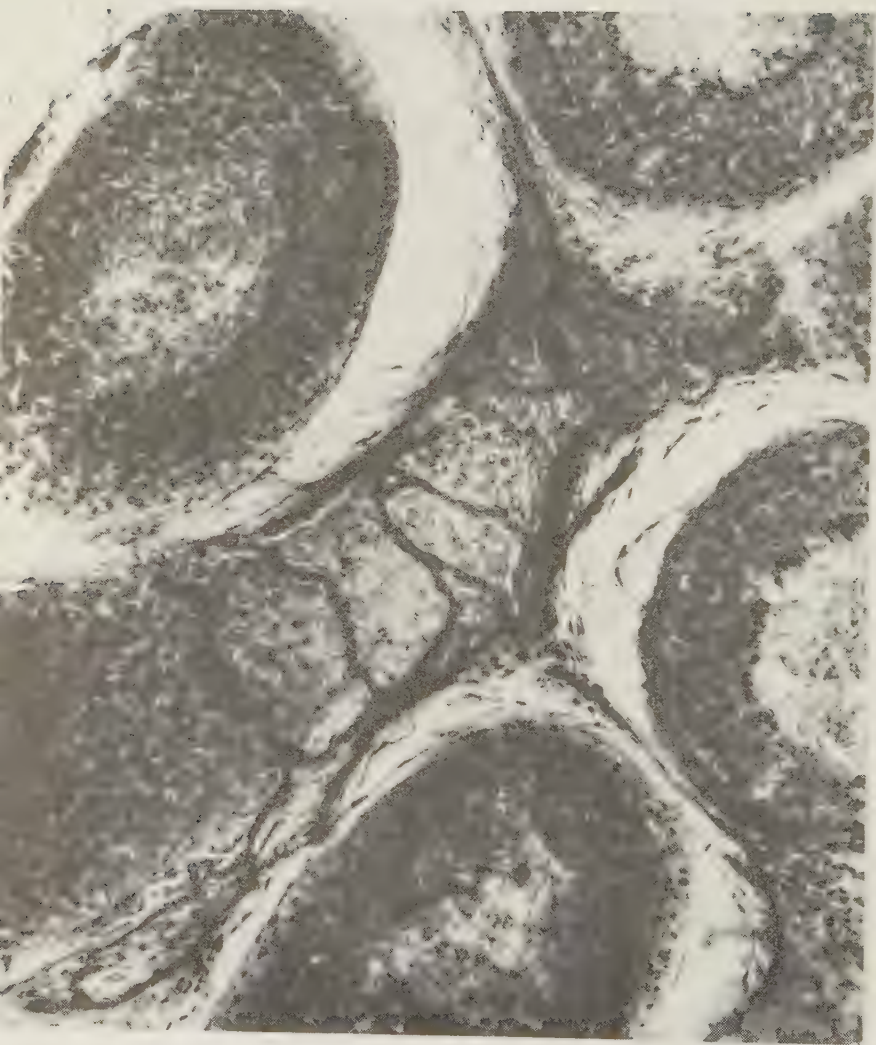


Abb. 13: Peritubuläres Blutkapillarnetz im Hodenparenchym beim Stier nach Injektion mit Berlinerblau-Gelatine. Dicker Paraffinschnitt (50μ); Kerngegenfärbung mit Haemalaun. Vergr. 200 : 1

verlaufen, statt ihr bloß anzuliegen. Umgekehrt meinten LUDWIG und TOMSA (1862), die Blutkapillaren würden von Lymphe rings umspült. EBERTH (1904) wieder gab eine derjenigen GERSTER's entsprechende Darstellung. Auch TOLDT (1904) fand das Netz reich ausgeprägt. RENAUT (1904) hingegen gab an, die Kapillaren kämen nicht in unmittelbaren Kontakt mit den Tubuli, sondern seien durch lockeres Bindegewebe und die interstitiellen Zellen LEYDIG's (1850; 1857) davon getrennt.

Die wohl einzige für Vergleiche geeignete wirklich genaue und systematische frühere Darstellung der Kapillararchitektur eines Säugetierhodens gab I. MÜLLER (1956) bei der Ratte. Sie vervollkommnete damit die Befunde von v. EBNER (1872) und MESSING (1877) erheblich. Nach ihren Angaben werden die letzten Endzweige der Arterie mit den bei der Ratte weitgehend parallel zueinander orientierten Tubuli seminiferi gleichgerichtet und bilden schließlich längliche Gefäßmaschen. Diese zu den Samenkanälchen längsverlaufenden "Zwickelkapillaren" haben die Zwischenzellen zwischen sich und der Tubuluswand. Sie geben in weiter, strickleiterähnlicher Anordnung die "Querkapillaren" ab, welche direkt die Tubuli berühren. So bildet dieses Kapillarnetz ein zusammenhängendes Raumgitter, in dem jeder Tubulus an etwa sechs Stellen seines Umfangs von Interstitien mit den Zwickelkapillaren berührt und dazwischen von Querkapillaren umschlungen wird. Aus diesen sammeln sich entsprechend angeordnet wie die Zwischenkapillaren die

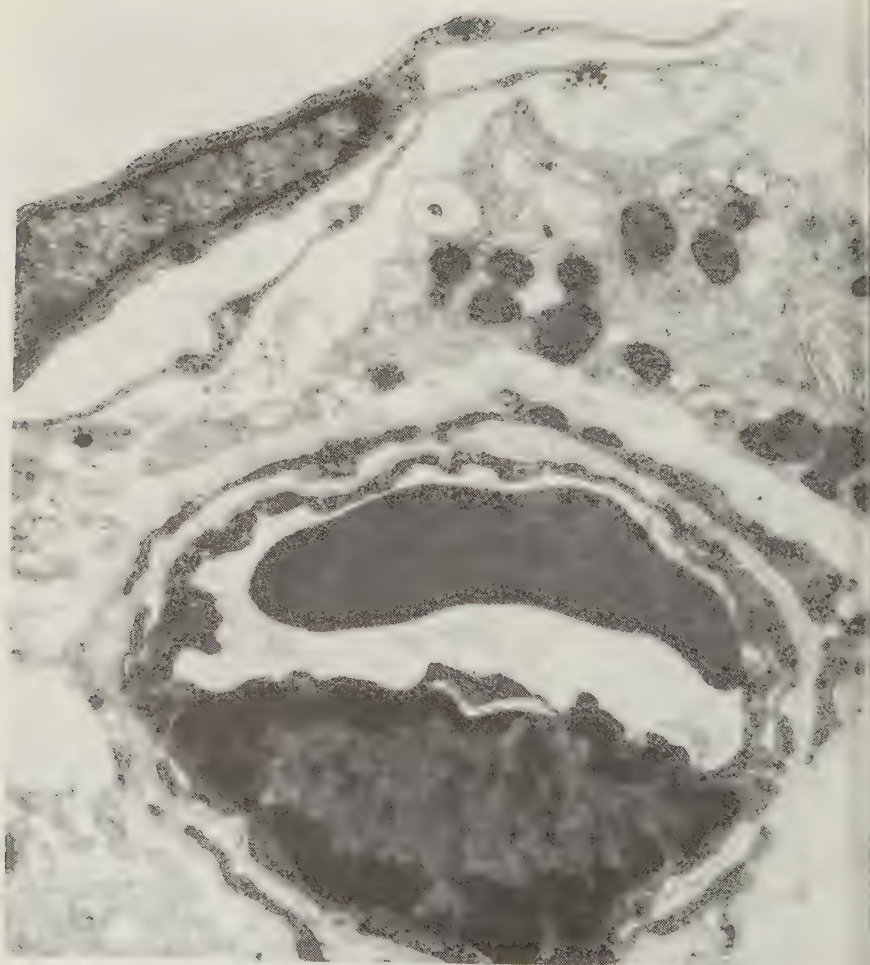


Abb. 14: Querkapillare aus dem Hoden eines 32jährigen Mannes. In der Lichtung ein Erythrocyt neben dem sich vorwölbenden Endothelkern. Oben links Anschnitt der Endothelauskleidung eines Lymphgefäßes. Vergr. 15000:1

Venolen. Die kleinen Venen verlaufen getrennt von den Arterien. Aufgrund eigener Untersuchungsergebnisse können wir diese Beschreibung nicht nur für den Hoden der Ratte (HUNDEIKER, 1970) bestätigen und ergänzen. Auch beim Menschen sowie beim Stier (HUNDEIKER, 1961; 1966; HUNDEIKER und KELLER, 1963) ergaben sich prinzipiell übereinstimmende Befunde. Sie können inzwischen in den Einzelheiten erweitert werden. Die Übereinstimmung erstreckt sich bis auf die Ultrastruktur der Capillaren.

Die Praecapillaren verlaufen zunächst zentral in den zwischen den Tubuli contorti ausgesparten Zwickeln. Sie sind durch unregelmäßig verteilte Gruppen Leydig'scher Zwischenzellen von der Wand der Kanälchen getrennt. Ihre letzten Verlaufsstrecken besitzen histologisch wie ultrastrukturell bereits capillären Wandbau. Wesentliche Unterschiede im Bau gegenüber Gefäßen gleicher Größenordnung in anderen Gebieten (Vgl. z.B. FAWCETT, 1963; HAMMERSEN und MÖHRING, 1968; HAMMERSEN, 1968; BRUNS und PALLADE, 1968; ROHEN und CASTENHOLZ, 1969) bestehen nicht. Der bindegewebige Einbau der Capillaren ist jedoch entsprechend ihrer geringeren mechanischen Beanspruchung weniger kräftig und kompliziert entwickelt als z.B. (Vgl. BERGER und HUNDEIKER, 1968; BERGER und BERGER, 1970) in der Haut. - Diese Zwickelcapillaren haben eine durchgehende meist einfache Basalmembran und kontinuierliche Auskleidung durch Endothelzellen, die keine Poren erkennen lassen. Eine besondere morphologische Differenzierung dieser Endothelien sind teils in Gruppen angeordnete

lange fingerförmige "Microvilli", die in das Lumen hineinragen. Das Cytoplasma der Endothelzellen weist zahlreiche Mikropinocytosebläschen und einen mäßigen Reichtum an Lyposomen auf; histochemisch zeichnet sich diese Kapillarstrecke durch eine sehr kräftige alkalische Phosphataseaktivität im Endothelzell-Cytoplasma aus, wie sie in vielen Gefäßgebieten charakteristisch für den arteriellen Kapillarschenkel ist (vgl. Zusammenstellungen bei HUNDEIKER, 1969; 1970). Sie wird mit dem aktiven Stofftransport durch die Kapillarwand in Zusammenhang gebracht (vgl. auch KORMANO, 1967). Die phosphatasepositive Kapillarstrecke beginnt in diesem Gebiet bereits im praekapillaren Bereich und erstreckt sich bis annähernd an das Ende der Querkapillaren - beim Menschen ist sie kürzer und, bei gleichzeitiger gemeinsamer Verarbeitung, der Reaktionsausfall weniger kräftig gegenüber den Hodenkapillaren der Ratte und noch mehr des Stieres, ohne daß sich für diesen Unterschied bisher irgendeine Ursache hätte feststellen lassen.

Die Querkapillaren entsprechen, abgesehen von einem teilweise, soweit das untersuchte Material eine Beurteilung erlaubt, vielleicht etwas geringeren Kaliber weitgehend in ihrem Wandbau den Zwickelkapillaren. Auch sie besitzen eine durchgehend vorhandene lückenlose Basalmembran und ein lücken- und porenloses Endothel, das ebenso zahlreiche Mikropinocytosebläschen und die gleichen reichlichen gruppierten "endothelialen Microvilli" aufweist. GABBIANI und MAJNO (1969) beschrieben vor

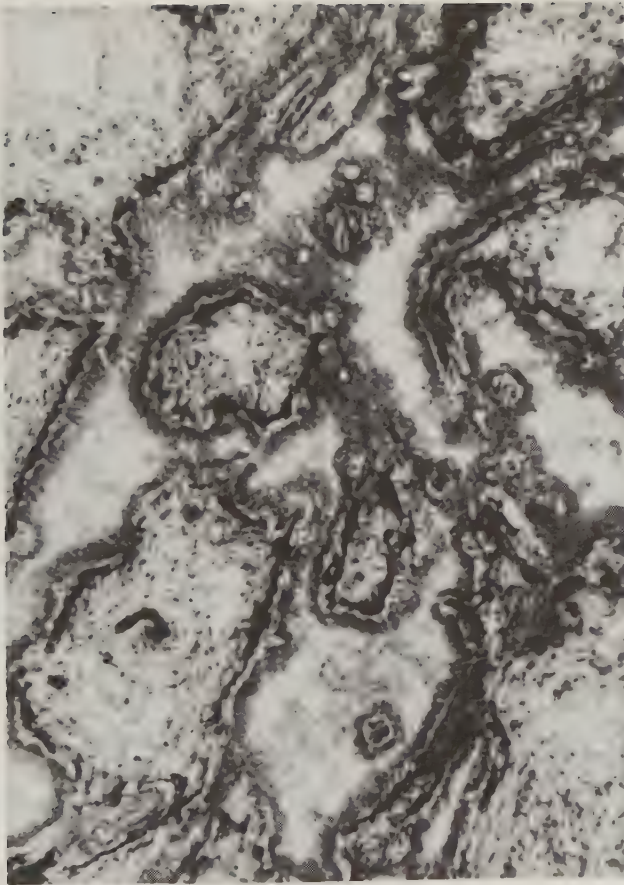


Abb. 15: Subepitheliales Blutkapillarnetz im Rete testis beim Stier, kontrastiert durch die alkalische Phosphatasereaktion. Kerngegenfärbung mit Haemalaun. Krostatschnitt. Vergr. 20 : 1

kurzem bereits bei Ratten in Kapillaren des Hodens wie auch des ebenfalls gegen Cadmiumschädigung empfindlichen Ganglion Gasseri diese endothelialen Mikrovilli als strukturelle Spezialisierungen des Endothels. Nun hat die nahezu selektive Zerstörung der Hodengefäße durch relativ geringe Dosen von Cadmiumsalzen zu der Vorstellung geführt, daß mehr oder weniger spezifische morphologische bzw. strukturelle oder funktionelle Besonderheiten der Gefäße dieses Gebietes dieser besonderen Empfindlichkeit zugrunde liegen müssen (vgl. Zusammenstellungen bei KORMANO, 1967; HÄRKÖNEN und KORMANO, 1969; HUNDEIKER, 1970). GABBIANI und MAJNO (1969) diskutierten deswegen die Frage, ob diese beschriebenen Strukturen in Beziehung zum primären Angriffspunkt der Cadmiumschädigung stehen.

Aufgrund eigener elektronenmikroskopischer Befunde können wir zwar das Vorkommen der erwähnten "Mikrovilli" in den Kapillaren des Rattenhodens bestätigen. Wir können darüberhinaus ihr Vorhandensein auch beim Stier und beim Menschen feststellen. Eine direkte Beziehung zum Angriffsort der Cadmiumschädigung halten wir jedoch nicht für wahrscheinlich, da die gleichen Strukturen durchaus auch in anderen Gefäßgebieten vorkommen, die nicht gegen Cadmium empfindlich sind (HAMMERSEN, 1968; 1969) und weil Ergebnisse im Folgenden noch darzustellender Versuche dafür sprechen, daß der Angriffspunkt des Cadmium nicht oder zumindest nicht nur im eigentlichen Kapillarbereich, sondern im Bereich der kleinen

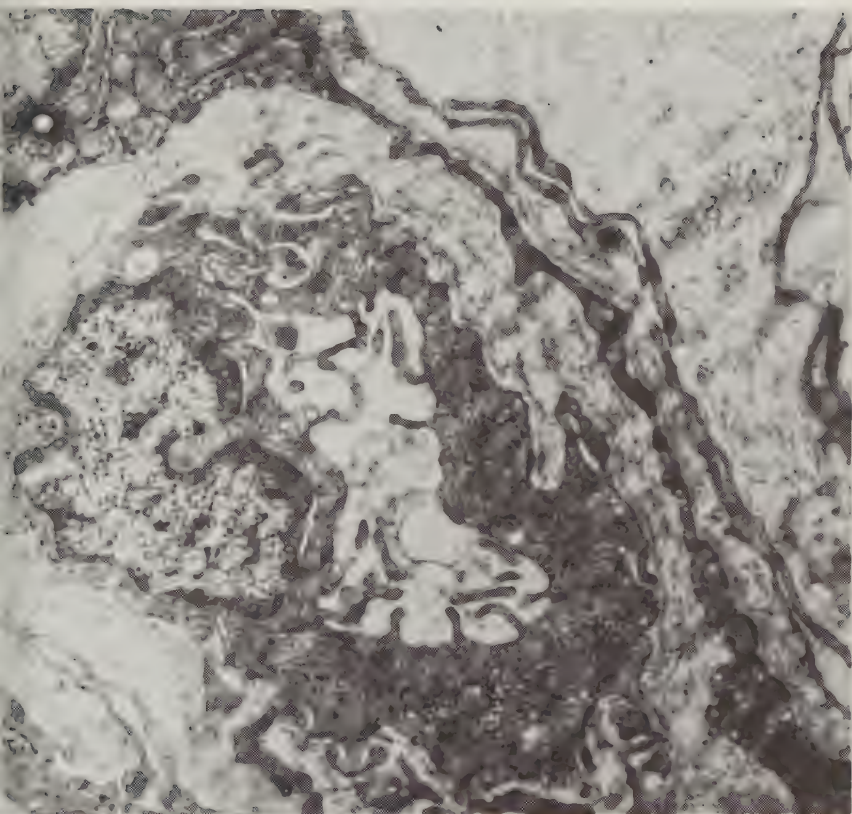


Abb. 16: Querkapillare vom Menschen mit in die
Lichtung hineinragenden endothelialen "Mikro-
villi". Vergr. 15000 : 1

Venen liegt (vgl. HUNDEIKER, 1970).

In den Querkapillaren beginnt für eine längere Strecke, bei Stier und Ratte teils schon vor dem Ende des phosphatasepositiven Anteils, beim Menschen oft erst in späteren Anschnitten und in verhältnismäßig geringerer Aktivität, eine in ihrer funktionellen Bedeutung noch nicht sicher zu beurteilende, aber für die Kontrastierung der Gefäße nützliche (vgl. HUNDEIKER, 1969) lysosomale Fermentaktivität im Cytoplasma der Endothelzellen. Deren Nachweis mit verschiedenen unspezifischen Esterasereaktionen, insbesondere der α -Naphthylacetatesterasereaktion, erlaubt die Verfolgung der hierdurch kontrastierten Strecken des venösen Kapillarschenkels und der Venolen auch ohne Injektion. Hier ergeben sich für die nächste Zeit Hoffnungen auf gegenüber rein morphologischen Methoden differenziertere Untersuchungsmöglichkeiten der kleinen Gefäße.

Die Querkapillaren weisen in unseren Injektionspräparaten Durchmesser von höchstens 6-8 μ auf. Sie entspringen aus den teilweise von Zwischenzellen umhüllten Zwickelkapillaren und laufen senkrecht zu denselben quer über Teile der Zirkumferenz der Tubuli contorti. Sie scheinen dabei in dicken Schnitten injizierten Materials sowie allgemein lichtmikroskopisch direkt der Membrana propria der Tubuli aufzuliegen. Elektronenmikroskopisch zeigt sich jedoch, daß immer ein schmaler, kaum Fibrillen enthaltender Zwischenraum verbleibt. Die Quer-

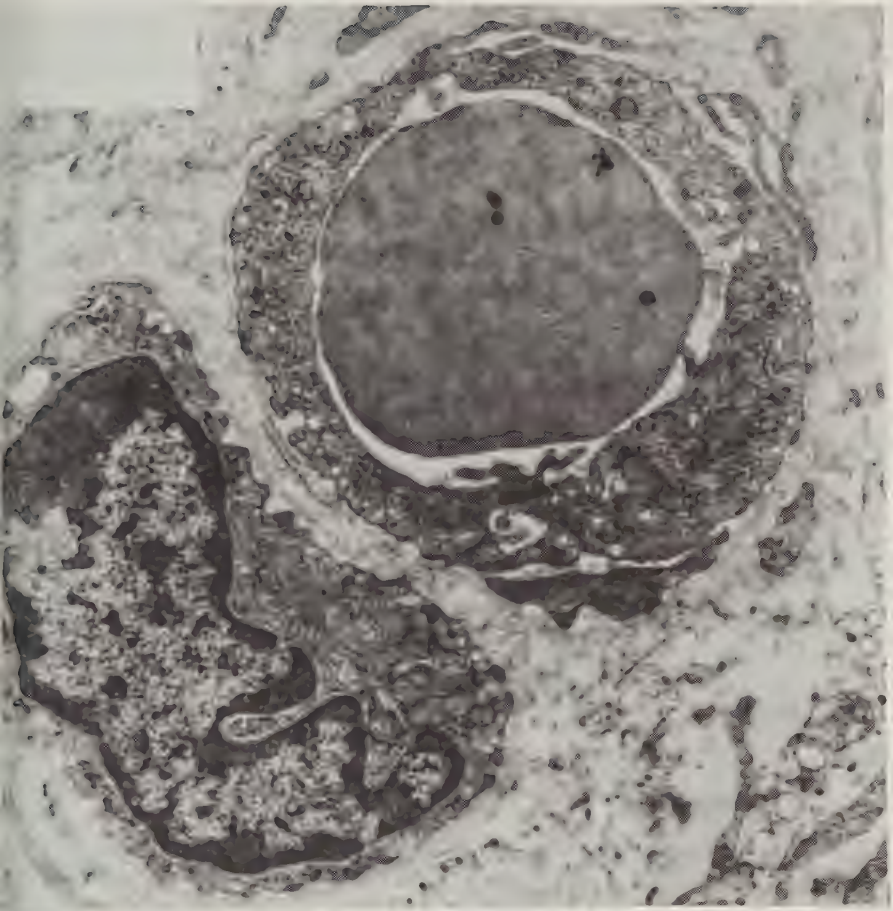


Abb. 17: Querkapillare mit Erythrocyt aus dem Hoden der Ratte. Vergr. 15000 : 1

kapillaren gehen bei unregelmäßigem Verlauf der Tubuli und damit des Kapillarnetzes auch untereinander Verbindungen ein. Sie bilden so ein feines zwischen den in den Intertubularzwickeln verlaufenden Prae- bzw. Zwickelkapillaren und postkapillären Venolen strickleiterförmig ausgespanntes Netz.

Die komplizierte und unregelmäßige Lagerung der Tubuli contorti beim Menschen und beim Stier bringt es mit sich, daß nicht, wie es bei parallellaufenden Tubuli contorti aus geometrischen Gründen zu erwarten wäre und bei der Ratte fast verwirklicht ist, stets sechs der beschriebenen die prae- und postkapillären Gefäße enthaltenden Zwickel dem Umfange eines Tubulus anliegen, sondern diese Zahl entsprechend den Beziehungen der Tubuli contorti zueinander variiert. Durch die komplizierte Tubulusanordnung wird auch das Kapillarmuster modifiziert, bleibt jedoch in seiner prinzipiellen Ausprägung gleich. Diese morphologische Gleichförmigkeit der Kapillararchitektur ergibt sich aus der Gleichartigkeit der räumlichen Voraussetzungen für die Ausbreitung der Endstrombahn, nämlich der eigenartigen Verbindung dreidimensionaler Ausbreitung im ganzen Organ mit flächenhafter Anlehnung (vgl. STAUBESAND, 1956) an die Tubuli contorti. Da die geometrischen Verhältnisse gänzlich durch die räumliche Lagerung der annähernd durchmesser-gleichen und runden Tubuli geprägt werden und da andererseits schon die Arbeiten von LEREBoullet (1851), MESSING

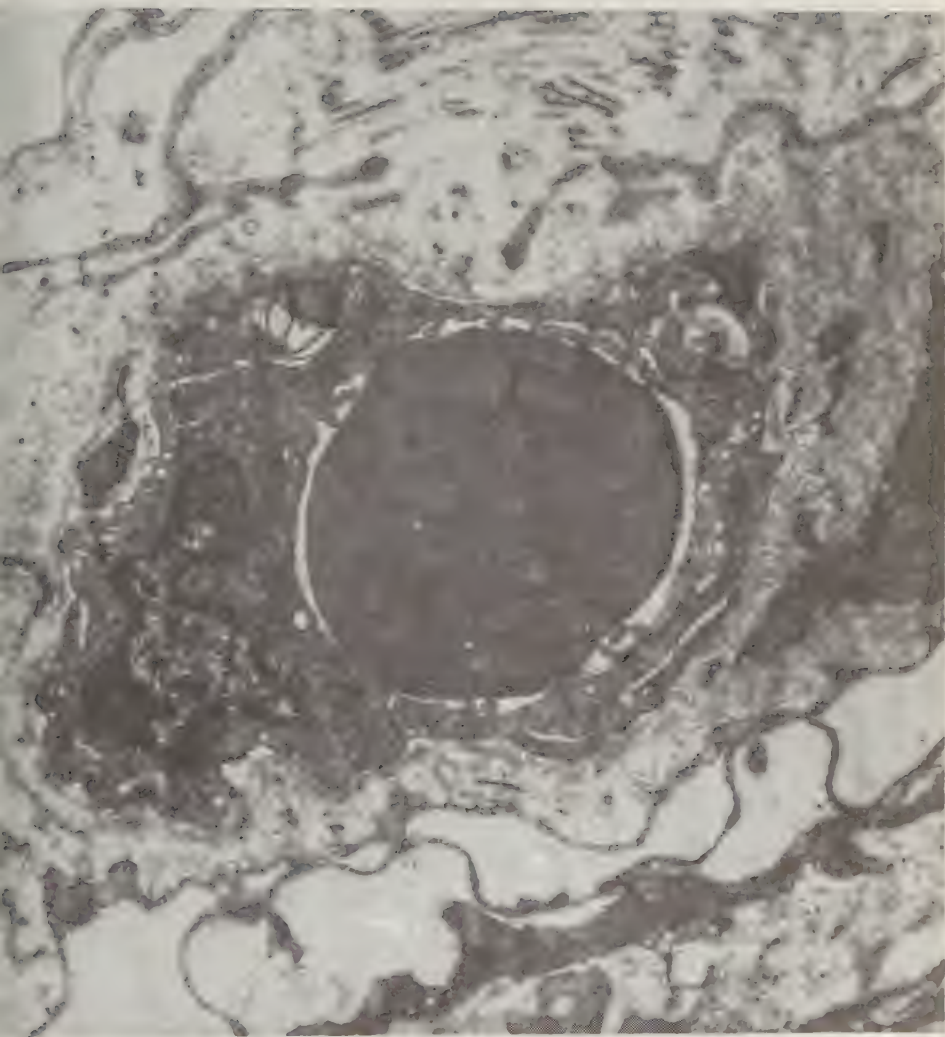


Abb. 18: Querkapillare mit Erythrocyt aus dem Stierhoden. Vergr. 13000 : 1

(1877), BREMER (1910); HUBER und CURTIS (1913), CURTIS (1918), JOHNSON (1934), GRÜNWALD (1934), CLERMONT und HUCKINS (1961), besonders aber von BASCOM und OSTERUD (1925) sowie HIROTA (1951; 1952) gezeigt hatten, wie sehr die Tubuli seminiferi bei den Säugetieren einander nach Form, Größe, Anordnung und Entwicklung ähneln, war eine entsprechende Übereinstimmung der Kapillararchitektur auch zu erwarten.

III. 6.: Befunde an Hodengefäße nach Cadmiumnekrose

Wegen der strittigen Lokalisation des Angriffspunktes der Cadmiumschädigung an den Hodengefäßen (vgl. HUNDEIKER, 1970) sollen an dieser Stelle zwischen dem Kapillarsystem und den Venen auch die nach Einwirkung von Cadmiumsalzen an Ratten erhaltenen Befunde besprochen werden.

Bei den Cd Cl₂-behandelten Tieren fand sich makroskopisch gegenüber den Kontrollen nach einem Tag geringe Schwellung und erhebliche livide Verfärbung der Hoden mit Vergrößerung der oberflächlichen Gefäßzeichnung. Nach 8 Tagen erschienen die Hoden erheblich kleiner als bei den Kontrollen sowie härter; die Schnittfläche fester ohne Hervorquellen der Tubuli und gelblich verfärbt. Nach einem Monat erreichten die Hoden in keinem Fall mehr die Hälfte des Volumens bzw. Gewichtes der Kontrollen, zeigten sich derb und ockergelb verfärbt. Bei den mit Cadmiumsulfid behandelten Tieren waren die Ergebnisse wesentlich ungleichmäßiger: In einzelnen Fällen ergaben

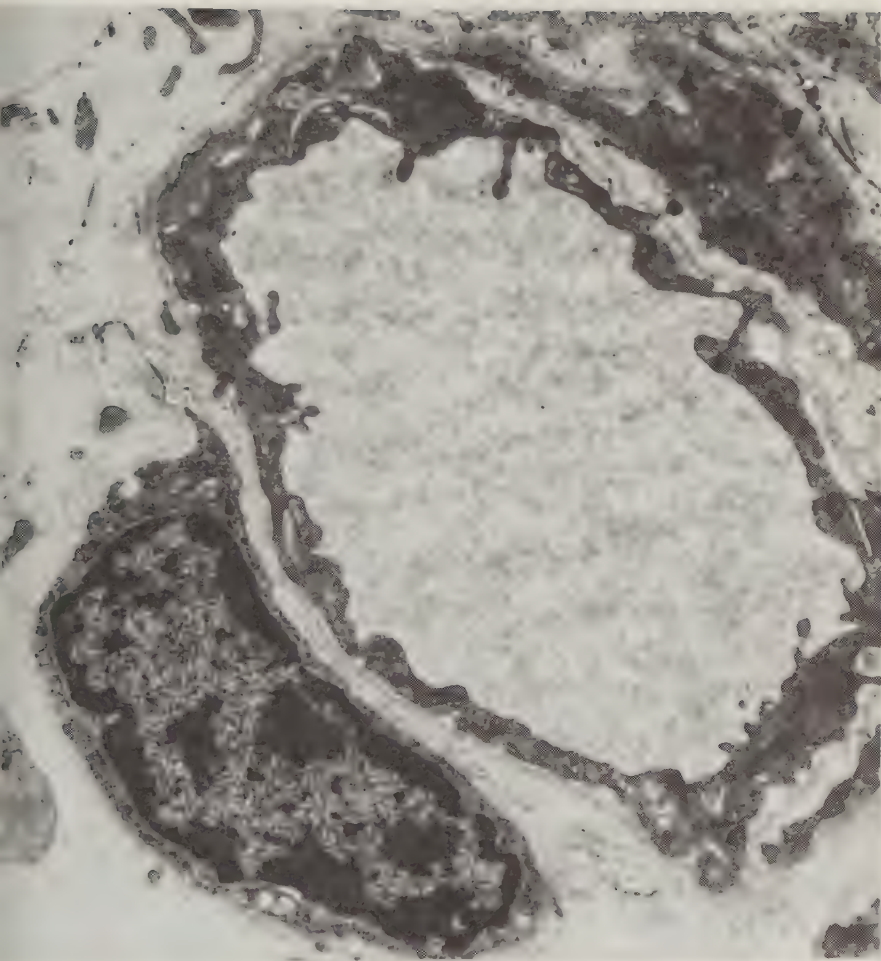


Abb. 19: Postcapilläres Zwickelgefäß aus dem Menschenhoden. Vergr. 15000 : 1

sich keine sicheren Veränderungen, in anderen schwerste Schäden bis zu haemorrhagischer Nekrose am 1. Tag. Bei den später untersuchten Tieren entsprachen die Ergebnisse denjenigen nach Cd Cl_2 -Behandlung. Damit zeigt sich, daß trotz mangelnder Wasserlöslichkeit auch das - in einzelnen dermatologischen Externa enthaltene - Cadmiumsulfid bei subcutaner Gabe zur Hodennekrose führen kann.

Mikroskopisch lassen die Hoden der Cd Cl_2 -behandelten Tiere bereits am ersten Tag nach der Injektion schwere Zerstörungen erkennen. Dabei ist die Bindegewebsstruktur lichtmikroskopisch noch gut erhalten. Elektronenmikroskopisch dagegen zeigen sich bereits so weitreichende Strukturveränderungen, daß diese Beobachtungszeit als zu lang erscheint, um irgendwelche Aufschlüsse über den Angriffspunkt der Noxe zu gewinnen. In den Tubuli ist jedoch bereits am ersten Tag die Struktur der teils desquamierten Samenepithelien deutlich verändert. Entsprechend der makroskopisch feststellbaren Schwellung des Organs findet sich jetzt ein erhebliches interstitielles Oedem, dabei sind die Intertubularzwickel mit ihren Zwickelkapillaren und umgebenden Leydigzellformationen, aber auch die Querkapillaren von den Tubuli contorti durch Flüssigkeitsansammlungen getrennt. Teilweise zeigen sich auch Abhebungen der Samenepithelien von der bindegewebigen Tubuluswand durch eine eiweißreiche Flüssigkeit. Auffallend ist das früher nie beachtete stärkere Hervortreten der gefüllten kleinen

Lymphgefäße. Diese sind in den Intertubularzwickeln vorwiegend an deren Peripherie, teils außerhalb der Leydigzellgruppen, gelegen. Sie umspinnen mit vielfachen Verbindungen diese und die "Zwickelkapillaren". Sie sind ungleichmäßig im Kaliber und unterscheiden sich von den Blutkapillaren durch die Zartheit und das andere fermentcytochemische Verhalten ihrer Wandbestandteile. Gegenüber den Kontrollen fallen sie nach Cadmiumschädigung infolge starker Füllung teilweise stärker ins Auge. Sie weisen vielfach Wanddefekte auf; bei der sehr zarten Wandung läßt es sich jedoch nicht ausschließen, daß diese verarbeitungsbedingt sein könnten. Die in den Kontrollen mäßig positiven Reaktionen auf Succinoxydase-, α -Naphthylacetat- und Naphthol-AS-, sowie Naphthol-AS-D-Acetatesterase und saure Phosphatase über den Samenepithelien sind verringert und nicht mehr scharf lokalisierbar. Im interstitiellen Gewebe diffuse Ausbreitung der auffallend intensivierten α -Naphthylacetatesteraseaktivität, die in den Kontrollen relativ scharf auf die Leydigischen Zwischenzellen beschränkt erscheint. In geringerer Intensität läßt sie jedoch auch über Endothelien von Quer- und Zwickelkapillaren und Venolen und über glatten Muskelzellen positive Reaktionsausfälle erkennen. Die Quer- und Zwickelkapillaren zeigen in ihren Endothelien gegenüber den Kontrollen unverändert intensiv positiven Ausfall der alkalischen Phosphatasereaktion, jedoch großenteils deutliche Endothelschwellung und - Proliferation mit Verlust der erkennbaren Lumina.

Größere Gefäße erscheinen teils thrombosiert. Die ausgeprägtesten Veränderungen sind im Bereich der kleinsten Venen lokalisiert, die vielfach schwere Wandzerstörungen mit Nekrosen und entzündlicher Infiltration erkennen lassen. Erstes Auftreten teils phosphatasepositiver, teils durch die Verbindung positiven Ausfalls der Peroxydase- und der verschiedenen Esterasereaktionen als Makrophagen gekennzeichnete Infiltratzellen (vgl. MOLONEY et al., 1960; SCHMALZL und BRAUNSTEINER, 1968; CLINE und SWETT, 1968; GOTH, 1968; BRÜCHER et al., 1969; HUNDEIKER, 1970), jedoch nur von relativ wenig neutrophilen Granulocyten; in perivascularer Lage auch von Mastzellen. Stellenweise Erythrocytenextravasate. - Übereinstimmende Veränderungen, jedoch ungleichmäßiger ausgeprägt, finden sich bei den meisten mit Cadmiumsulfid behandelten Tieren.

Nach 8 Tagen sind überall die cadmiumbedingten Veränderungen voll ausgeprägt. Die Samenepithelien sind fast durchwegs nekrotisch. An einzelnen Stellen positiver Ausfall der 5-Nucleotidase-Reaktion, jedoch sonst praktisch kaum noch Fermentaktivitäten im Bereich der Samenepithelien. Von Spermien sind fast nur noch Schwänze stellenweise erkennbar. Die bindegewebigen Wandanteile der Tubuli sind erhalten. Im Interstitium sind Leydig-sche Zwischenzellen nicht mehr sicher abgrenzbar. Das Gewebe ist durchsetzt von dichten entzündlichen Infiltraten, größtenteils aus monocytogenen Makrophagen. Das ursprüngliche, in den Kontrollen erhaltene regelmäßig

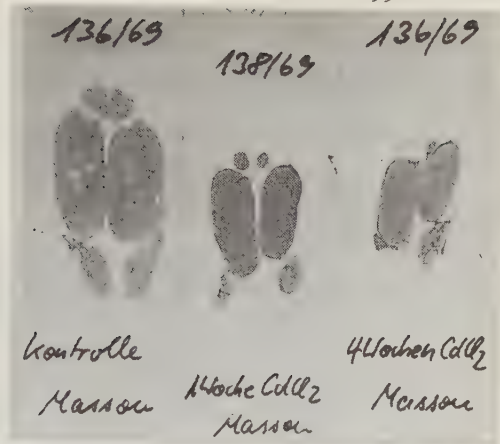


Abb. 20: Rattenhoden im Längsschnitt: links Kontrolle, in der Mitte 1 Woche, rechts 4 Wochen nach subcutaner Gabe von 0,03 mM/kg CdCl₂

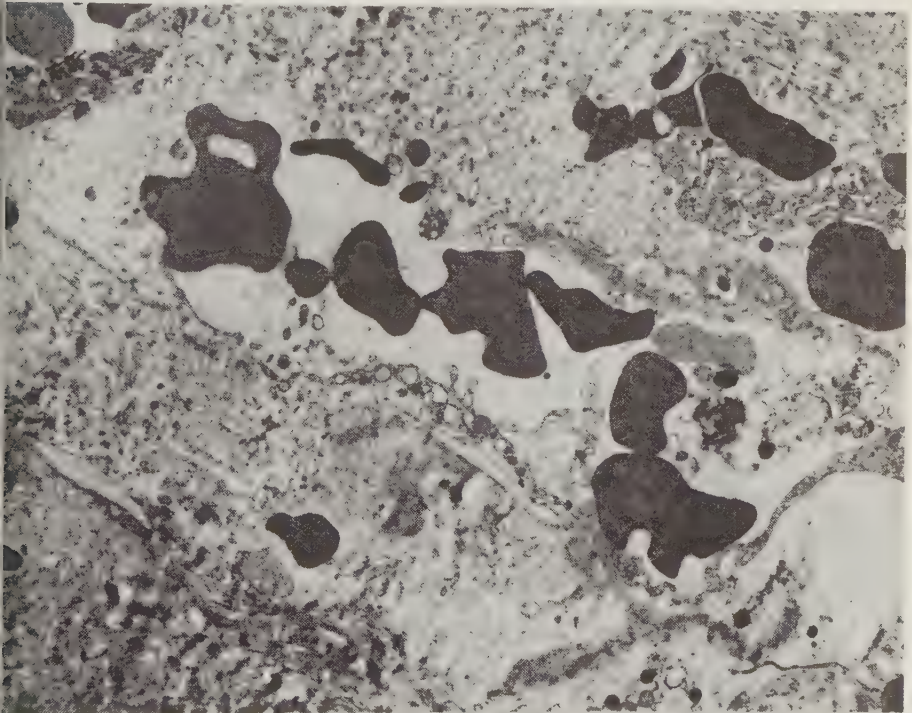


Abb. 21: Zerstörtes interstitielles Gewebe im Rattenhoden mit Gefäßresten 1 Tag nach subcutaner Gabe von 0,03 mM/kg CdCl₂. Vergr. 2000 : 1

aufgebaute Kapillarnetz ist zerstört. Stattdessen finden sich in regelloser Anordnung vor allem in den peripheren Anteilen zahlreiche Kapillarsprossen, die intensiv positive Ausfälle der alkalischen Phosphatasereaktion geben.

Nach einem Monat erschienen die Reste der Tubuli contorti erheblich verschmälert, doch die bindegewebige Wand erhalten. Innerhalb derselben sind zelluläre Strukturen und entsprechend lokalisierte Fermentaktivitäten nicht mehr nachweisbar. Teils finden sich hyalinerscheinende Massen, teils verbreitertes Bindegewebe, teils umfangreiche Kalkeinlagerungen. Mit Ausnahme der ganz zentral gelegenen Anteile ist ein Kapillarnetz wieder hergestellt. Es besitzt nicht den regelmäßigen Aufbau wie in den Kontrollen. Eine Gliederung in Zwickel- und Querkapillaren ist nicht sicher erkennbar. Die Kapillaren lehnen sich zwar an erhaltene leere Tubuli an, zeigen jedoch nicht die gleichförmige quere Auflagerung der normalen den Tubuli contorti zugeordneten Querkapillaren. Ihre Endothelien zeigen lebhaft alkalische Phosphataseaktivität, ebenso auch, gegenüber den Kontrollen, vermehrt die Endothelien kleiner Arterien sowie Venolen. Die phosphatasepositive Kapillarstrecke erscheint generell im Hoden gegenüber anderen Gefäßgebieten, z.B. der Haut, länger. Stellenweise auch starke Phosphataseaktivität über dichten Ansammlungen entzündlich-proliferativer Zellelemente im Interstitium. Fleckförmig finden sich in den peripheren Anteilen wieder Ansammlungen von Zellen, die nach Aussehen und histochemischen Verhalten Leydigzellen ent-

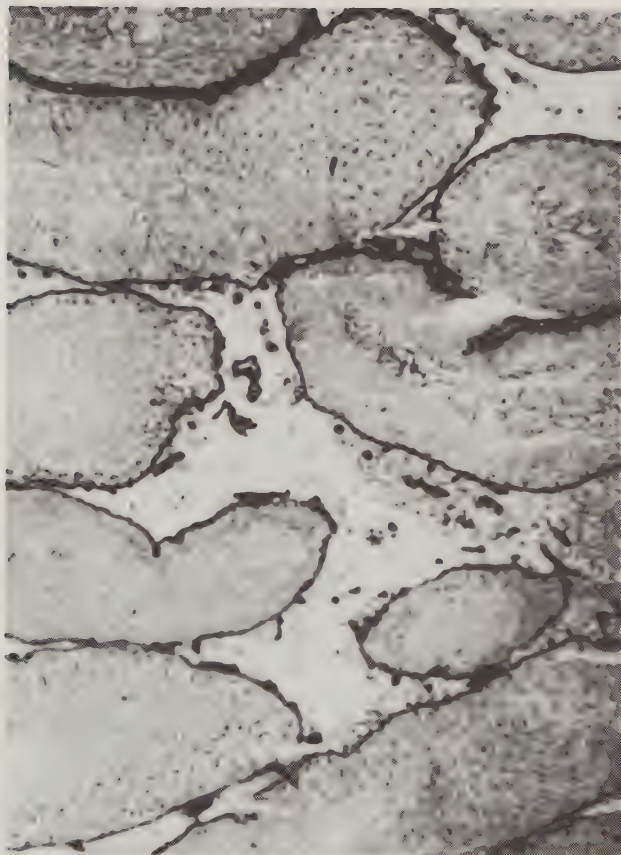


Abb. 22: Rattenhoden (Kontrolle). Alkalische Phosphatase, Gegenfärbung mit Haemalaun. Vergr. 100 : 1

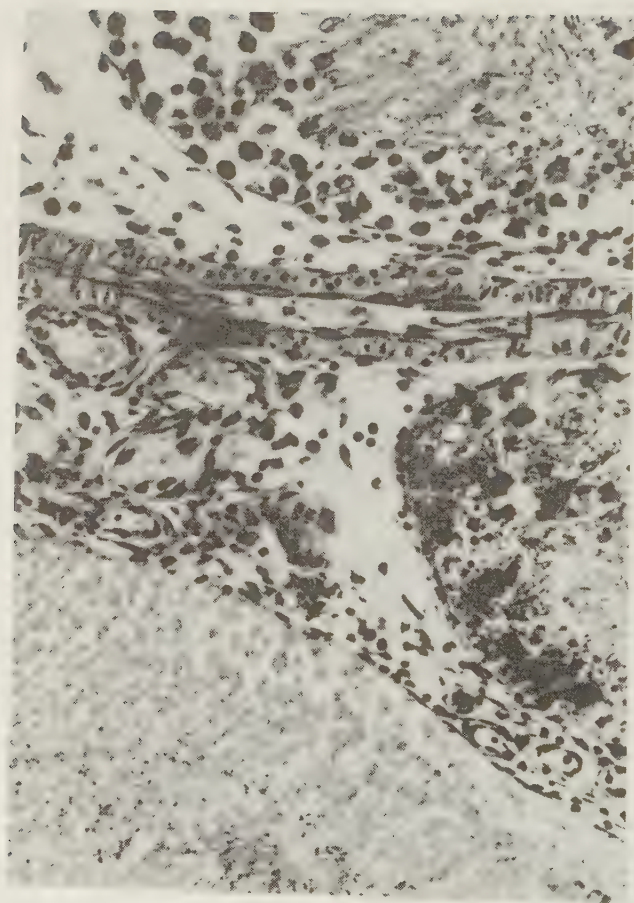


Abb. 23: Erhaltene kleine Arterie zwischen Tubuli contorti mit teilweise bereits nekrotischen Samenepithelien. 1 Tag nach subcutaner Gabe von 0,03 mM/kg CdCl_2 . H.-E., Vergr. 300 : 1

sprechen. Reichliche Ablagerung PAS-positiver Substanzen. Ansammlungen von Lipophagen mit schaumig-wabigem Cytoplasma und von Zellen mit Eisenpigmentspeicherung im verbreiterten Interstitium. Erhebliche Verbreiterung der bindegewebigen Tunica albuginea und, gegenüber den kürzeren Beobachtungszeiten auffällig, vor allem subkapsulär, aber auch im morphologisch kaum veränderten Nebenhoden, Ansammlungen stark Naphthol-AS-D-Chloracetat-esterase-positiver und im Giemsapräparat durch die Metachromasie ihrer Granula hervorstechender Mastzellen. Besonders reichlich sind sie unterhalb der stark verbreiterten Albuginea zu finden. Möglicherweise ist ihr Auftreten als Zeichen einer Tendenz zur Fibrosierung zu werten. Auffallend ist auch ein in den Kontrollen nicht feststellbares, in den CdCl_2 -behandelten Tieren in der ersten Woche regelmäßig, nach 4 Wochen noch stärker beobachtetes reichliches Auftreten von Mastzellen im interstitiellen Gewebe des sonst nicht merklich pathologisch veränderten Nebenhodens, vor allem im Caput epididymidis. Bei den wenigen nach 2 Monaten untersuchten Hoden ergaben sich keine neuen Gesichtspunkte, abgesehen davon, daß die "Pseudoregeneration" mit Wiederherstellung eines Gefäßnetzes und weitgehendem bindegewebigen Ersatz der spezifischen Strukturen jetzt auch die zentralen Anteile des Organs erfaßt.

Zwei Angriffspunkte der schädigenden Noxe bei der Cadmiumnekrose des Hodens werden diskutiert: erstes eine direkte Schädigung der Keimepithelien selbst (PARIZEK,

1956; 1960), für die auch die Schutzwirkung von Zink sprechen könnte (vgl. GUNN et al., 1963), zum zweiten eine primäre Wirkung auf Gefäße im Hodenbereich (CHIQUOINE, 1964; MASON et al., 1964). Dabei findet sich bisher keine Erklärung für das isolierte Ansprechen gerade der Gefäße nur in diesem Organ. GUNN et al. (1966) dachten an einen Angriffspunkt im Bereich des Plexus pampiniformis und der Arteria spermatica interna. NIEMI und KORMANO (1965) konnten aufgrund angiographischer Befunde, in letzter Zeit gestützt auch durch Messungen des Hodenbinnendruckes (KORMANO und SUVANTO, 1968) ein Angreifen der Noxe im Bereich der kleineren Venen wahrscheinlich machen. Sie vermuteten eine entzündliche Reaktion der Venenwand und Thrombose als Ursache der Cadmiumnekrose des Hodens. Die neugebildeten Gefäße bei der "Regeneration" nehmen ihren Ursprung teils vom Hilusbereich her, teils von erhaltengebliebenen Gefäßen im Bereich der Cauda epididymidis. Schon in dem angiographischen Untersuchungen ergab sich eine morphologisch gegenüber der Norm veränderte Gefäßarchitektur nach der "Regeneration".

Wir können dem hinzufügen, daß auch im mikroskopischen Bereich die Gefäßarchitektur, die sich nach der Revascularisation eines cadmiumgeschädigten Hodens herausbildet, nicht der vorher vorhandenen normalen Anordnung (vgl. auch MÜLLER, 1957; KORMANO, 1968; KORMANO und SUORANTA, 1969) entspricht. Der ursprünglich sehr regelmäßige allen Säugetierhoden gemeinsame Aufbau (z.B.

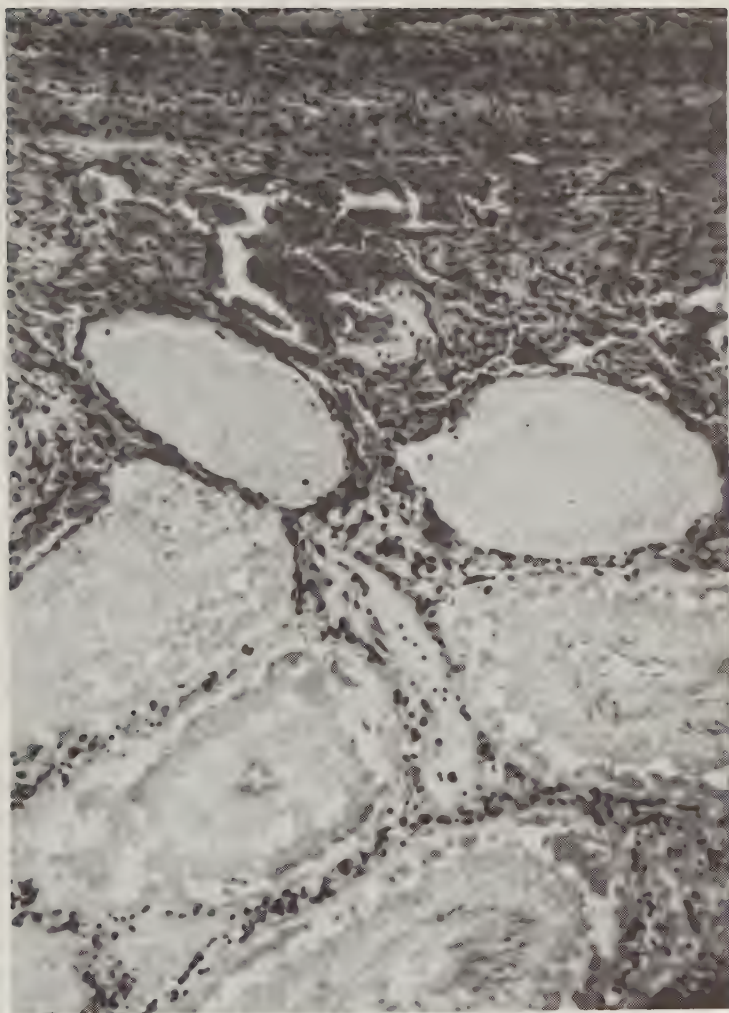


Abb. 24: Völlig zerstörte albuginäre Sammelvene
des Rattenhodens 1 Woche nach subcutaner Gabe von
 $0,03 \text{ mM/kg CdCl}_2$. H.-E., Vergr. 100 : 1

HUNDEIKER und KELLER, 1963; HUNDEIKER, 1966) ist einem unregelmäßigen Kapillargeflecht gewichen, das keine Gliederung in Zwickel- und Querkapillaren erkennen läßt und zwar noch wie das ursprüngliche Gefäßsystem Netzform hat, jedoch nicht mehr die gleichförmige strickleiterförmige Zuordnung der Querkapillaren zu den Tubuli contorti aufweist. Die verödeten Tubuli contorti bleiben ausgespart, die neugebildeten Gefäße treten im übrigen aber nicht in eine sicher erkennbare Beziehung dazu. Das Zwischengewebe restituiert sich bei längerer Beobachtungszeit relativ weitgehend, die Tubuli contorti jedoch nicht. Sie bleiben als von Zellen leere Schläuche mit teils hyalin erscheinendem, teils kalkimprägnierten Inhalt lange erhalten, lassen aber keine Spermatogenese erkennen. Es handelt sich also nicht um eine echte Regeneration des Organs, sondern, wie für das spermatogenetische Gewebe bereits KNORRE (1968) feststellte, auch hinsichtlich der Gefäße um ein Pseudogenerat. Dies entspricht in seiner funktionellen Gefäßarchitektur nicht mehr dem vorherigen Bau. Dadurch erklärt sich die schon von GUNN et al. (1966) gemachte Beobachtung, daß eine zweite Behandlung mit Cadmium keine der ersten entsprechende Wirkung mehr zeigt. Ein auffälliger Befund ist in den frühen Stadien der Cadmiumschädigung neben dem extremen, die Gewebsbestandteile der Intertubullarräume und die Tubuli contorti auseinanderdrängenden, teils auch die zugrundegehende zelluläre Auskleidung der Tubuli contorti von der bindegewebigen Wand abhebenden Oedem

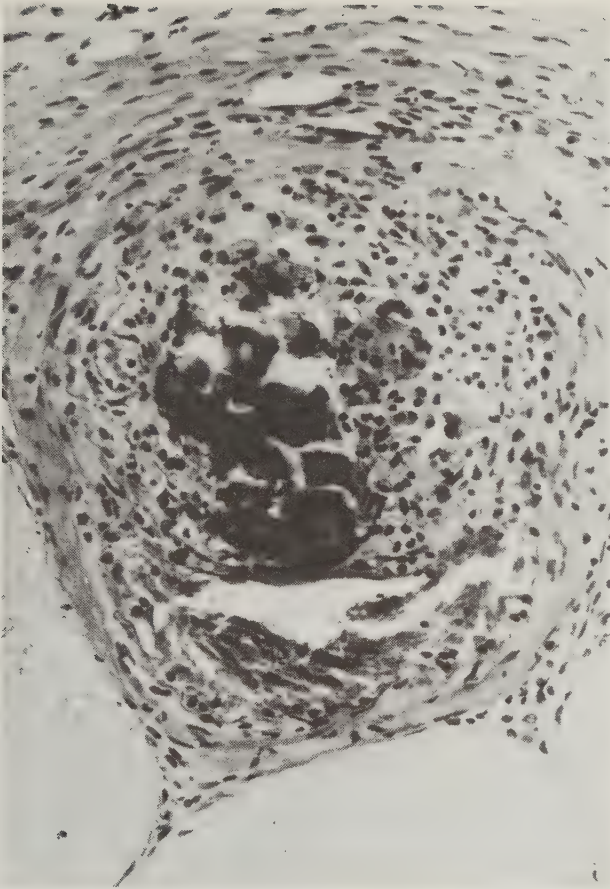


Abb. 25: Kleine Sammelvene der Tunica albuginea im Rattenhoden 28 Tage nach subcutaner Gabe von 0,03 mM/kg CdCl_2 . Das Gefäß ist durch eine bereits organisierte Thrombose verschlossen; auffällige Kalkimprägnation der zentralen Anteile. Geringe Rekanalisierung. Die Tunica albuginea (oben) ist gegenüber Kontrollen verbreitert und, wie das interstitielle Gewebe, noch von entzündlichen Infiltraten durchsetzt. Keine Regeneration der fast völlig zerstörten zellulären Auskleidung der Tubuli contorti. - Paraplastschnitt 10 μ , H.-E., Vergr. 300 : 1

auch die **stärkere** Lymphgefäßfüllung. Die zartwandigen, im unveränderten Gewebe kaum zu erkennenden Gefäße (vgl. Zusammenstellungen bei HUNDEIKER, 1969) unterscheiden sich von kapillären Blutgefäßen durch das cytochemische Verhalten ihrer Wandbestandteile (vgl. auch HUNDEIKER, 1970). Es muß offenbleiben, ob auch abführenden Lymphgefäße geschädigt sind oder ob die stärkere Füllung allein durch den Abtransport des Oedems bedingt ist. Eine weitere interessante Frage ist die nach der Bedeutung der schon kurz nach der Cadmiumapplikation einsetzenden, zuerst perivascular beobachteten erheblichen Mastzellvermehrung (vgl. auch GUPTA, 1968). In Anbetracht der vielfältigen Funktionen dieser Zellen ist sie vorerst schwer zu beantworten.

Nach früheren eigenen Beobachtungen liegt der Gedanke nahe, daß die Mastzellen die ersten Vorboten der späteren Fibrosierung darstellen könnten; STEIGLEDER (1969) konnte jedoch aufgrund neuerer Untersuchungsergebnisse darauf aufmerksam machen, daß Mastzellvermehrung und Fibrosierungstendenz keineswegs immer korreliert sein müssen. - Die weitgehende Übereinstimmung der Befunde nach Cadmiumsulfid - mit denen nach Cadmiumchloridapplikation zeigt, wie sehr auch bei schlechter Wasserlöslichkeit die Toxizität einer therapeutisch angewendeten und damit der Möglichkeit des Mißbrauches ausgesetzten Substanz im Auge behalten werden muß. Dabei ergibt sich bisher kein sicherer morphologisch faßbarer Anhalt für die Ursache des bei entsprechenden Cadmiumdosen fast

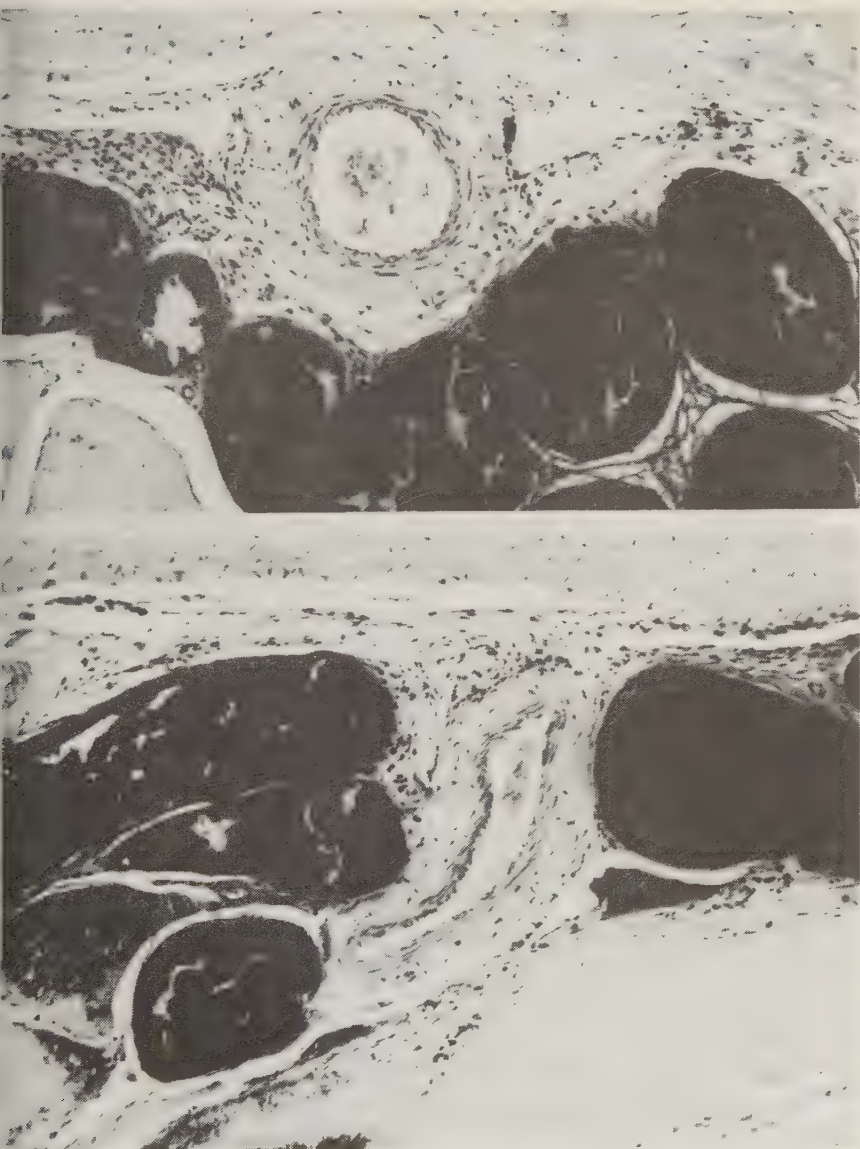


Abb. 26: Teils kalkimprägnierte Tubuli contorti mit zerstörter zellulärer Auskleidung und gut erhaltene Arterie (oben Tunica albuginea) im Rattenhoden (a) 4 Wochen nach subcutaner Gabe von 0,03 mM/kg CdCl_2 . (b) zum Vergleich Rattenhoden mit sehr ähnlichen Veränderungen der Tubuli contorti und relativ gut erhaltener Arteria centripetalis 4 Wochen nach Unterbindung der Vv. testiculares propriae. H.-E., Vergr. (a und b) 100:1

elektiven Angreifens der Schädigung in den Keimdrüsen. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang mit funktionellen Besonderheiten der Kapillaren im Hoden (vgl. auch KORMANO, 1967), denen eine Barrierefunktion zuzukommen scheint. Ob darüberhinaus auch Artunterschiede bestehen - für diese Möglichkeit sprechen z.B. die im untersuchten Vergleichsmaterial vom Rind und vom Menschen gegenüber den Befunden im Rattenhoden verschieden langen phosphatasepositiven Kapillarstrecken und die unterschiedliche Intensität des Nachweises der mit dem aktiven Stofftransport (vgl. auch KORMANO, 1967; KLEIN, 1969), durch die Kapillarwand in Beziehung gebrachten alkalischen Phosphatase - bedarf weiterer Untersuchung.

III. 7: Befunde an Hodengefäßen nach Venenunterbindung

In allen nach Gefäßunterbindungen untersuchten Hoden waren bereits am ersten Tag erhebliche Veränderungen erkennbar, verglichen mit denjenigen der Gegenseite, die als Kontrolle dienten. Nach Venenunterbindung erschienen am ersten Tage die Organe gering vergrößert, prall lividrot verfärbt bis haemorrhagisch. Nach Unterbindung der gesamten Gefäßranke waren Größe und Farbe zunächst wenig verändert, nach Arterienunterbindung erschienen die betreffenden Hoden eher blaßfarbig und konsistenzvermindert sowie gering verkleinert. Im Laufe der weiteren Untersuchung verkleinerten sich alle Hoden, deren Gefäße in irgendwelcher Form geschädigt waren. Am stärksten und gleichmäßigsten war dies bei den nach

Venenunterbindung untersuchten der Fall, die außerdem eine gelbbraunliche Verfärbung erkennen ließen.

Mikroskopisch fanden sich am ersten Tage nach Venenunterbindung ein massives Oedem des interstitiellen Gewebes, teilweise auch Ansammlungen einer eiweißreichen im Schnittpräparat homogenen schwach eosinophil erscheinenden Flüssigkeit innerhalb der Tubuli mit Ablösung von deren zellulärer Auskleidung, auffallend weit hervortretende Lymphgefäße sowie sehr reichliche Erythrocytenextravasate. Im übrigen schienen die Strukturen des interstitiellen Gewebes auch bei Anwendung "histochemischer" Färbereaktionen gut erhalten, insbesondere die Leydigischen Zwischenzellen. Ebenso waren die Gefäße selbst noch nicht erkennbar verändert. Auch die Kapillaren zeigten morphologisch unauffällige Wände und in den Endothelien der arteriellen Schenkel eine uneinträchtigte alkalische Phosphatasereaktion. .

Nach einer Woche ergeben sich völlig veränderte Verhältnisse. In den nach Venenunterbindung untersuchten Hoden finden sich nur an der äußersten Peripherie stellenweise Tubuli mit Resten zellulärer Auskleidung, vor allem von Sertolizellen, und intratubulären Riesenzellen. Im Organinneren fehlen solche Reste. Die Tubuli imponieren als von homogenen nekrotischen Massen angefüllte Schläuche. Sämtliche mit den angewendeten Methoden überlicherweise in den Zellen der Tubuli contorti oder im Interstitium zu findenden Fermentaktivitäten (vgl. auch

MANCINI et al., 1952; KNORRE, 1968; BANDMANN, 1969) sind erloschen. Kapillaren mit alkalischer Phosphataseaktivität der Endothelien sind kaum mehr zu finden. Auffällig ist dagegen der gute Erhaltungszustand vieler kleiner Arterien, deren Wände teilweise wenig verändert sind. In der Peripherie innerhalb der bereits deutlich bindegewebig verbreiterten Tunica albuginea finden sich sehr dichte entzündliche Infiltrate aus Makrophagen. Diese Infiltrate dringen, wie sich aus den nach verschiedenen langen Beobachtungszeiten gewonnenen Präparaten erschließen läßt, allmählich im Laufe von über einem Monat von peripher her zum Zentrum der Gonade vor. Zugleich mit dem Infiltrat tritt an den hiervon erreichten Stellen ein neues Kapillarnetz auf. Dieses entspricht in seiner Struktur und Anordnung nicht dem ursprünglich vorhandenen.

Die Veränderungen nach Arterien- oder Arterien- und Venenunterbindung unterscheiden sich weniger in der Art, als im Ausmaß ihrer Ausprägung und in der Regelmäßigkeit des Auftretens. Beides ist am schwersten bei den nach Venenunterbindung untersuchten Organen. Hier finden sich außerdem besondere, schwer erklärbare Veränderungen an den Arterien. In den 4 Wochen nach Venenunterbindung gewonnenen Präparaten sind vielfach größere subalbuginäre Arterienzweige mit schweren degenerativen Veränderungen in Form von Homogenisierung der glatten Muskulatur, Medianekrosen und -Fibrosierung sowie Intimaprolieration bis zur Erhaltung nur kapillärer Rest-

lumina zu erkennen. Sie gehen nicht auf eine Thrombose und Rekanalisierung zurück, wie das Fehlen thrombotischer Verschlüsse in den nach kürzeren Beobachtungszeiten gewonnenen Präparaten zeigt. Hingegen sind in den größeren Venenzweigen nach Venenunterbindung Thrombosen regelmäßig erkennbar. Das Fortschreiten der Revascularisation von peripher nach zentral erweckt den Eindruck, daß sie teils von den Epiorchialgefäßen ausgeht statt von erhaltenen über die Anastomosenkette des Hodens und Nebenhodens gefüllten oder abfließenden Teilen des ursprünglichen intratesticulären Gefäßnetzes.

Ein auffälliges Ergebnis der vorstehend beschriebenen Untersuchungen ist die sehr schwere und gleichförmige Ausprägung der Schäden nach alleiniger Venenunterbindung gegenüber denen nach Unterbindung der Arterien oder der gesamten Vasa spermatica interna sowie die weitgehende Übereinstimmung der Befunde nach Venenunterbindung mit denen, wie sie (vgl. Zusammenstellung bei HUNDEIKER, 1969) nach Cadmiumnekrose erhoben werden können. Dieser Befund ist geeignet, unsere Ansicht, daß der primäre Angriffspunkt der schädigenden Noxe bei der Cadmiumnekrose im Bereich der kleinen Venen liegt, weiter zu stützen.

Allerdings läßt sich der Einwand einer evtl. Mitschädigung auch von Lymphgefäßen bei der angewendeten Operationstechnik in Anbetracht der am Rattenhoden praktisch unmöglichen Darstellung derselben (vgl. HUNDEIKER,

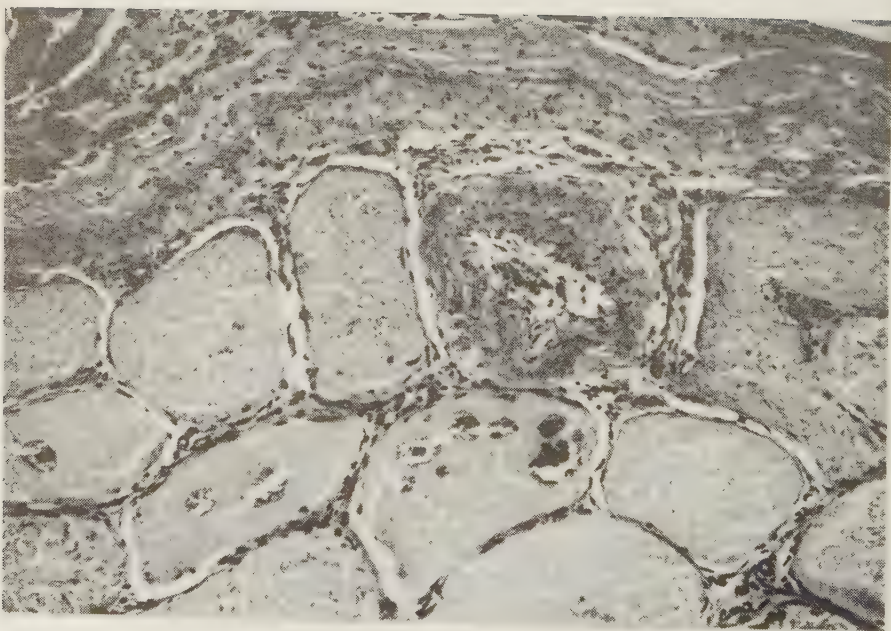


Abb. 27: Kleine albuginäre Arterie des Rattenhodens mit Intimaproliferation und Destruktion der Tunica media 4 Wochen nach Unterbindung der Hodenvenen. Weitgehende Zerstörung der zellulären Auskleidung der teilweise kalkimprägnierten Tubuli contorti. H.-E., Vergr. 100 : 1

1969) nicht ganz ausschließen. Gegen eine wesentliche Beteiligung der Lymphstauung spricht allerdings die geringere und ungleichmäßigere Schwere der Veränderungen nach Unterbindung der gesamten Gefäßranke. Die besonders schwere und gleichförmige Schädigung des Parenchyms nach alleiniger Venenunterbindung gegenüber einer Arterien- und Venenligatur entspricht Beobachtungen, wie sie gelegentlich bereits im Laufe der Entwicklung der heutigen Varicocelenoperationstechnik und bei Versuchen an anderen Tieren gemacht wurden (Zusammenstellungen bei AFFLERBACH et al., 1968; HUNDEIKER, 1970 sowie die grundlegenden Experimente von GRIFFITHS, 1896 und MIFLET, 1879). Es kommt dabei nie zur Ausprägung der charakteristischen von HORNSTEIN (1964) bereits herausgearbeiteten Veränderungen, wie sie bei chronischem Venenrückstau auftreten. Im Hinblick auf die bei operativen Eingriffen am Menschen zu wahrenden Rücksichten ist die immer wieder aufgenommene Diskussion (Angaben über die ältere Literatur bei SCHINZ und SLOTOPOLSKY, 1924; OETTLÉ und HARRISON, 1952; HUNDEIKER und KELLER, 1963; SZÁRVAS und KOVÁCS, 1969; STEINBERGER u. TJIOE, 1969) über die gegenseitigen Vertretungsmöglichkeiten der an der Versorgung von Hoden und Nebenhoden beteiligten Gefäße von besonderer Bedeutung.

Unsere Befunde am kleinen Hoden der Ratte nach Unterbrechung der Aa. oder Vv. spermaticae internae lassen den Eindruck entstehen, daß nicht so sehr eine mehr oder weniger insuffiziente Restzirkulation der ursprüng-

lichen, peripher sich über den Hoden ausbreitenden und dann in ihn eindringenden (vgl. HUNDEIKER und v.MULERT, 1966) Vasa spermatica, gespeist aus den anastomosierenden Vasa deferentialia und spermatica externa, Ausgangspunkt des als "Pseudoregenerat" entstehenden neuen Gefäßnetzes ist. Es scheint sich zumindest teilweise um eine Revascularisation von rein peripheren Gefäßen - möglicherweise von den selbständigen, mit denen des Nebenhodens und Periorchiums verbundenen Gefäßen des Epiorchium (HUNDEIKER, 1965; 1966) - aus zu handeln.

III. 8: Die Venen im Hodeninneren und ihre Verbindungen

Auch bei der Besprechung der Venen sollen, um eine gleichförmige Gliederung der Darstellung beizubehalten, jeweils zuerst diejenigen beim Stier beschrieben werden. Dies umso mehr, als auch z.B. Aufbau und Funktion des Plexus pampiniformis beim Menschen leichter deutlich werden im Vergleich mit der extremeren Ausprägung der Venenarchitektur beim Großsäugerhoden. - BIMAR (1888) gab an, daß beim Stier die in den Interstitien sich sammelnden Venen vom Zentrum des Hodens zur Peripherie laufen, indem sie den "Interlobulärsepten" folgen. An der Tunica albuginea angelangt, treten sie in diese bindegewebige Kapsel des Organs ein und laufen darin zur Extremitas cranialis testis, so zahlreich und so dicht nebeneinander, daß sie "ein richtiges Gefäßnetz bilden, das den arteriellen Verästelungen übergezogen ist". Der Durchmesser dieser Gefäße soll zwischen 0,5

und 1,5 mm schwanken. Die stärksten davon nehmen den Bereich des epididymalen Randes der Drüse ein. GUTZSCHE-BAUCH (1935) fand beim Rind die oberflächlichen Hodenvenen auf der medialen und lateralen Fläche, "besonders schön jedoch auf der ersteren". Die Blutadern sollen, "erst etwa in halber Hodenhöhe aus dem Parenchym hervortretend" fast ungeschlängelt und konvergierend nach dem "craniodorsalen Hodenwinkel" ziehen, so daß der freie Rand dabei völlig frei von venösen Gefäßen bleibt. KRÖLLING und GRAU (1960) meinen, daß die Venen gestreckt und tiefer als die anderen Gefäße gelegen seien. Das gleiche gibt auch HOFMANN (1960) an. Nach seiner Darstellung bilden die Venen in der Tunica albuginea testis ein geschlossenes Netz, das von 400 bis 500 "venae radiatae testis" gespeist wird. Diese sollen am Corpus Highmori beginnen und an der Albuginea eine Stärke von 0,8 bis 1 mm erreichen. Jedoch reichen nicht alle Venen bis zum Corpus Highmori. Eine große Zentralvene wie bei den Einhufern oder auch nur kleinere über das Mediastinum testis abfließende Gefäße wie z.B. beim Schwein fand BIMAR (1888) beim Stier nicht, ebenso wie schon MESSING (1877). HOFMANN (1960) beschreibt jedoch entsprechend seiner "Arteria accessoria testis" auch eine stärkere und mehrere kleinere "Venae mediastini testis", die in einem "Plexus accessorius" einmünden und den proximalen Teil des Mediastinums testis drainieren sollen. Das venöse Blut des distalen Teiles desselben soll dagegen über eine besonders starke "Vena radiata testis"

im Bereich des caudalen Hodenpoles in die Venen der Tunica albuginea abfließen. Alle Venen des Hodens sammeln sich dorsocranial in der Umgebung der Ausmündung des Corpus Highmori, um hier zum Plexus pampiniformis zusammenzufließen.

Die Befunde im eigenen Material zeigen, daß die kleinen Venen weitgehend getrennt von den Arterien verlaufen. Schon zwischen den Arterienspiralen am Corpus Highmori bilden sich aus büschelförmig zusammenströmenden kleinen Venen Stämme, die sofort einen zur Tunica albuginea hin gerichteten Verlauf nehmen. Aber auch in verschiedener Höhe des Parenchyms und sogar noch dicht unter der Tunica albuginea testis sammeln sich Venenstämme, die durch fortlaufende Einmündung kleinerer seitlich hinzutretender Gefäße wachsen. Sie umgeben sich mit einer stärkeren Bindegewebsschicht und bilden zusammen damit eigene Gefäßstrabekel, die fast radiär, aber ebenso wie die einzelnen in den Hoden eindringenden Arterienäste mit einer leichten Neigung von zentral-cranial nach peripher-caudal, zur Tunica albuginea streben. An der Extremitas caudalis testis laufen die Gefäßstrabekel vom caudalen Ende des Corpus Highmori strahlenförmig in allen Richtungen senkrecht auf die Tunica albuginea testis zu. Der beim Rind zentral gelegene Bindegewebskörper des Hodens ist also nach allen Seiten hin durch Gefäßstrabekel mit der Kapsel verspannt. Unabhängig von den Gefäßen ist ein besonderes Bindegewebsgerüst im Hodeninnern nicht entwickelt.

Der Begriff der "Septula testis" ist also falsch und irreführend, obwohl allgemein verbreitet. Eigentliche bindegewebige Septen gibt es im Hodenparenchym nicht. Die im histologischen Einzelschnitt eine Septierung vortäuschenden Bindegewebstrabekel markieren in Wirklichkeit nicht Grenzen zwischen "Läppchen" des Hodenparenchyms. Sie stellen im Gegenteil als Träger der ernährenden Gefäße, insbesondere der Arteria centripetalis und der entsprechenden Venen mehr oder weniger Zentren gemeinsam versorgter Parenchymbezirke dar.

Dennoch ist die Bindegewebsarchitektur des Stierhodens weitgehend durch die Gefäßarchitektur bestimmt.

Venen und Arterien sind im Parenchym nicht gekoppelt, sondern weitgehend unabhängig voneinander. Ihre Verzweigungsrichtungen sind entgegengesetzt. Der Verlauf der Venen zeigt keine Ausbildung der Rami recurrentes bei den Arterien entsprechenden Besonderheiten. Er führt vielmehr auf direktem Wege zur Peripherie des Organs, wo die Gefäße annähernd senkrecht zu ihrem bisherigen Verlauf umbiegend in der Tunica albuginea testis weiterlaufen.

Zentrale Venen des Hodens sind beim Stier kaum ausgebildet. Jedoch dringen an der Extremitas cranialis testis mit dem Corpus Highmori mehrere kleine Gefäße aus dem Hodeninneren hervor. Sie verbinden sich zwar einerseits mit dem Geflecht der in der Tunica albuginea sich sammelnden Venen, bilden aber einen eigenen

kleinen Plexus, welcher den in das Mediastinum testis eindringenden Zweig der Nebenhodenkopfarterie proximalwärts ein Stück begleitet und sich mit dem vom Caput epididymidis kommenden Anteil des Plexus pampiniformis verbindet. Die Angabe HOFMANN's (1960) daß das Corpus Highmori zwei getrennte Gefäß- und Abflußgebiete habe und eine einzelne besonders starke "Vena radiata testis" das Blut aus dem distalen Anteil desselben abführe, trifft nicht zu. Das Corpus Highmori hat ein einheitliches seinem Hohlraumssystem zugeordnetes Gefäßnetz und an dessen Abfluß haben zahlreiche Radiärvenen Anteil.

Dort, wo die einzelnen Bindegewebstrabekel mit den enthaltenen Venenstämmen die Tunica albuginea testis erreichen, biegen die Gefäße um, um leicht abgeflacht in der weißen Haut weiterzulaufen. Während aber die Arterien sich von ventrocaudal her über die Hodenoberfläche ausbreiten, sammeln sich die Venen nach dorsocranial hin. Sie zeigen dabei, ebenfalls im Gegensatz zu jenen, einen ziemlich gestreckten Verlauf. Sie vereinigen sich laufend zu kleinen Stämmen, die sich sofort wieder aufteilen, und mit ihren Teilen wieder anders untereinander verbinden. So bilden sie ein dichtes geschlossenes Netz aus durchschnittlich etwa 0,5 bis 1,5 mm starken Venenstämmchen. Die Maschen des Netzes sind größtenteils nicht viel weiter als die Gefäße selbst. Alle Venen streben zum oberen Pol und zum obersten Teil des epididymalen Randes des Hodens. So bleibt der Margo liber zwar nicht völlig frei von venösen Gefäßen, bildet aber

doch eine Art Abflussscheide zwischen linker und rechter Hodenseite.

Am Margo mesorchicus dagegen liegen die dichtesten Teile des Venennetzes. Sie enthalten hier auch große sinusartige Sammelgefäße. Solche weiten Venenstämme begleiten auch beiderseits den Stamm der Arteria testicularis propria, während er in der Tunica albuginea unter dem Nebenhodenansatz distalwärts verläuft. Sie verbinden sich hier miteinander durch kleinere quere Äste, welche die Arterie unterkreuzen. Die beschriebenen Befunde zeigen, daß die Literaturangaben über eine gegenüber den anderen Gefäßen allgemein tiefere Lage der Venen in der Tunica albuginea nicht zutreffen. Die Venen überkreuzen an der Oberfläche recht häufig die Arterien, mit denen sie sich so durchflechten, daß beide zusammen einen dichten undurchdringlichen Gefäßmantel um den Hoden bilden. Eine vollständige Injektion der Arteriae und Venae spermaticae ergibt dementsprechend ein lückenloses Abbild von Testis und Epididymis.

Im Prinzip ähnlich, doch erheblich vereinfacht ist die Venenarchitektur im sehr kleinen Hoden der Ratte ausgebildet. Auch hier dringen die kleinen Venenzweige, die auf der kurzen Verlaufsstrecke sich nicht zu stärker von Bindegewebe umgebenen Stämmen sammeln können, größtenteils an die Oberfläche des Organs. Sie sammeln sich jedoch nicht auf deren ganzem Umfang, sondern bilden nur ein kleines Netz nahe dem hier völlig peripher

ausgebildeten Mediastinum testis. Dessen Maschen strömen an einer eng umschriebenen Stelle zusammen, nahe an der Eintrittsstelle der Arteria testicularis propria in die Albuginea. Auch hier verteilt sich im übrigen die Arterie von ventrocaudal her über das Organ entgegengesetzt zum Sammelbereich der Venen.

Beim Menschen ist die Venenarchitektur komplizierter. Die Venen fließen hier aus dem Hodeninneren auf verschiedenen Wegen ab. SOEMMERING und THEILE (1841) schrieben: "Beim Manne durchbohren zahlreiche Venenäste die harte Haut des Hodens in der oberen Hälfte des hinteren Randes, die theils unmittelbar aus der Hodensubstanz kommen, theils in oder unmittelbar unter der weißen Hodenhaut eine längere Strecke gewunden verlaufen". Auch PERIER (1864) fand, daß die Venen teils direkt zum Corpus Highmori, teils zur Tunica albuginea liefen. Die oberflächlichen Venen fand er geschlängelt. LUSCHKA (1864) hingegen erwähnte den doppelten Abfluß nicht, sondern nur Venen, die in gerader Richtung die Tunica albuginea durchbrechen. HENLE (1866) gab eine Darstellung, die derjenigen PERIER's ähnelte. BIMAR (1888) machte auch Angaben über die Hodenvenen des Menschen. Auch nach seiner Darstellung folgen sie zwei Wegen. Die einen laufen strahlenförmig zur Tunica albuginea und bilden in dieser richtige Sinus entsprechend den peripheren Hodenvenen der Säugetiere. Die anderen laufen zum Corpus Highmori. Sie entsprechen den bei Einhufern und beim Eber vorkommenden Venae centrales.

Die Beschreibung stimmt überein mit den Angaben KOCHER's (1887). KOCHER schrieb, daß sich zwischen den Lobuli testis die kleinen Venenstämmen sammelten und an die Innenfläche der Tunica albuginea gelangten, um an dieser gegen den Bereich des Hallerschen Netzes zu verlaufen, sie aber nur zum Teil durchbohrten, um an ihrer Außenseite zu laufen. Ein Teil der Venen sammelte sich innerhalb der Hodensubstanz zu Stämmchen, die gerade auf das Corpus Highmori zu verlaufen und im Bereich desselben durch die Tunica albuginea testis austräten. Er gab an, daß die Blutgefäße den äußeren Teil des Bindegewebskörpers einnahmen. Dagegen meinte KÖLLIKER (1854; 1867), die Venen "wiederholten die Arterien". Diese Vorstellung wiederholten MAXIMOW und BLOOM in ihrem Lehrbuch noch 1957. SAPPEY (1873) hatte sogar anzugeben gewußt, daß in der weißen Haut die starken Hauptäste der Arterien von zwei Venen begleitet würden. Ähnlich konnte auch HILL (1906; 1909) entsprechend seinen übrigen unzutreffenden Angaben über die Arterien nur zu dem Schluß kommen, der Verlauf der Venen entspreche dem der Arterien. Diesen Autoren folgte STIEVE (1930), wenn er schrieb, das Blut sammelte sich in kleinen Venen, die dem Verlauf der Schlagadern folgten und deren überwiegende Mehrzahl "wieder" im Bereich des Bindegewebskörpers austrete. - Über den Verlauf der Venen in der Tunica albuginea bemerkte STIEVE, daß sie meist für kürzere Strecken gleichsinnig zur Oberfläche zögen und von einer dünnen Hülle lockeren Bindegewebes umgeben seien. Die das Organ verlassenden

Gefäße vereinigten sich zu starken Venen, die sich im Geflechte des Plexus pampiniformis verlören oder unmittelbar in eine "Vena testis" einmündeten. Nur wenige Venen sollen nach STIEVE die Tunica albuginea durchdringen. Nach BIMAR (1888) entsteht aus dem Zusammentreffen der peripheren und der zentralen Venen der Plexus spermaticus. Dieser soll in gleicher Art wie bei den Säugetieren, jedoch mit weniger dichten Maschen, gebaut sein. Die bisher gründlichste Einzeluntersuchung der Venen des menschlichen Hodens stammt von HABERER (1898). HABERER beschrieb auf der medialen wie auf der lateralen Seite des Hodens, hier jedoch stärker und zahlreicher, vom vorderen zum hinteren Rande ziehende geschlängelte Venenstämme, die, teils in, teils unmittelbar unter der Tunica albuginea testis in annähernd metamerer Anordnung verlaufen. Im Corpus Highmori schlängeln und durchflechten sich zahlreiche weitere Venen und bilden ein Netz. Aus diesem entstehen mehrere Stämme, die am hinteren Hodenrande aus dem Organ austreten und in den Plexus pampiniformis übergehen.

Auch im eigenen Material fließen die Venen des Hodenparenchyms beim Menschen auf zwei verschiedenen Wegen ab. Ein Teil sammelt sich, ähnlich wie beim Stier, aus den kleinsten Gefäßen der Intertubularzwickel zu kleinen Stämmen, die peripherwärts zum freien Rande hin ziehen. Dort treten sie in die Tunica albuginea ein und münden in größere Sammelgefäße. Diese verlaufen teils in der Bindegewebskapsel, teils dieser innen angelagert und nur



Abb. 28: Eine Zentralvene im menschlichen Hoden (Längsschnitt), durch färberische Kontrastierung ihrer Blutfüllung hervorgehoben. Paraffinschnitt, Seldner, *Färb.* 2 : 1

durch eine dünne Bindegewebslage vom Parenchym getrennt, nach dorsal zum Bereich des Hilustestis. Dabei nehmen sie fortwährend kleine Seitenäste auf. Sie sind leicht geschlängelt, wobei im Gegensatz zu den Arterien die einzelnen Windungen sehr klein sind. Im großen und ganzen halten diese Adern eine ziemlich gerade Richtung zum Margo mesorchicus ein. Sie sind auf der lateralen Seite zahlreicher und stärker. Sie entsprechen den peripheren Gefäßen, die beim Stier fast ausschließlich das Venenblut aus dem Hoden abführen. Sie bilden aber, entsprechend auch dem Verhalten der Arterien, wegen der relativ größeren zur Ausbreitung verfügbaren Oberfläche des menschlichen Hodens auf dieser nicht ein derart dichtes und geschlossenes Netz wie beim Stier. So läßt sich auch die Anordnung der peripheren Venen beim Menschen etwa mit der in einem Ausschnitt aus dem Stierhoden nach Entfernung der dorsal und seitlich vom Corpus Highmori gelegenen Parenchymanteile vergleichen, ähnlich wie die der Arterien.

Beim Menschen kommt indessen noch einer anderen Art das Hodenparenchym drainierender Venen besondere Bedeutung zu. Sie entsprechen den Venae centrales mancher großen Säugetiere, wie bereits BIMAR (1888) feststellte. Bei jenen begleiten diese Gefäße das Corpus Highmori in der Längsachse des Organs und münden mit ihm durch die Tunica albuginea aus. Beim Menschen nehmen diese Venae centrales einen großen Teil des Blutes aus dem Hoden auf. Auch die kleinen Venen aus dem Corpus Highmori münden

in diese Gefäße. Der bindegewebige Aufbau der Gefäßtrabekel - auch hier sei noch einmal auf die irreführende Unrichtigkeit der Bezeichnung "Septula" hingewiesen - und des Bindegewebskörpers bedingen die eigenartige Form und Verzweigung der zentralen Venen.

Schon aus dem vorderen freien Rande des hodennahen Parenchymanteiles sammeln sich durch büschelförmiges Zusammenmünden kleiner Zweige in den Gefäßtrabekeln ganz gerade Stämme, die überwiegend keine Klappen erkennen lassen. Sie streben fast parallel zueinander zum Mediastinum testis. Dort biegen sie plötzlich scharf um und immer eines dieser geraden Stämmchen mündet mit einem scharf abgeknickten Zwischenstück in das andere. Diese Zwischenstücke liegen nahe den Aufteilungsstellen der Arteriae centripetales am Corpus Highmori. Dessen Bau bestimmt ihre schräge Richtung, die unabhängig von der Durchströmungsrichtung und der Seite ihrer Einmündung von caudal-parenchymal nach cranial-epididymal weist. Schließlich bleiben relativ wenige Stämme übrig, die stark gewunden und in einer kurzen Strecke aufgeknäuelte am Corpus Highmori aus der Gonade hervordringen. So kommt eine ganz merkwürdige "armleuchterförmige" Verzweigung der zentralen Venen zustande, von der die Abbildungen eine Vorstellung geben mögen.

Zentrale und periphere Venenstämme stehen vielfach miteinander in Verbindung. Oft sieht man es sogar, daß ein Arm einer Zentralvene stärker als die anderen entwickelt



Abb. 29: Verschiedene Typen zentraler Hodenvenen vom Menschen (Korrosionspräparate). Links mm-Skala zum Vergleich.

ist und bis zur Tunica albuginea durchläuft, so daß er direkt periphere und zentrale Venenstämme verbindet.

Die immer wieder für den Hoden des Menschen gemachte Angabe, daß die Venen in ihrem Verlauf dem der Arterien folgten, trifft nach den beschriebenen Befunden aber nicht zu. Es ergibt sich im Gegenteil eine weitgehend reziproke Anordnung der zu- und abführenden Gefäße innerhalb der männlichen Keimdrüse. Wo aber Arterien und Venen benachbart liegen, ist ihre Durchströmungsrichtung meist gleich, ihr Verlauf also entgegengesetzt. Die Venen und fast ebenso die Lymphgefäße verlassen den Hoden immer auf direktem, kürzeren Wege im Gegensatz zu den Arterien, die durch die Rankenbildung im Gefäßkegel, durch das Umschlingen der Gonade in der Oberfläche, durch die periphere Verzweigung und durch die Ausbildung der Rami recurrentes eine beträchtliche Verlängerung erfahren.

III. 9: Die Lymphgefäße im Hodeninneren und ihre Verbindungen

Die Lymphgefäße sind derjenige Teil des Gefäßsystems der männlichen Keimdrüse, der wohl zuerst gründlich untersucht worden ist, obwohl gerade hier wegen der geringen Größe der Gefäße, ihrer leicht zerreißlichen Wand und ihres Klappenreichtums die Schwierigkeiten besonders groß sind.

Sie sind aber, vielleicht wegen dieser gleichen Schwierig-

rigkeiten, auch der einzige Teil des Gefäßsystems im Hoden, dessen Existenz zumindest innerhalb des Parenchyms, noch heute von manchen Autoren geleugnet wird.

Schon Olof RUDBECK soll 1653 diese Gefäße beschrieben haben, leider war uns seine Arbeit nicht zugänglich, ebenso wie die Beschreibung von A. MONRO jr. (1755).- William CRUIKSHANK (1786) gab eine umfassende Darstellung der Resultate seiner Quecksilberinjektionen. In der deutschen, von C.F. LUDWIG 1789-1794 herausgegebenen Auflage heißt es: "Vielleicht gibt es keinen einzigen anderen Theil in dem menschlichen Körper, als diesen, in welchem die Saugadern größer und zahlreicher waren, verhältnismäßig zu dem Theile". Nach CRUIKSHANK sammelt sich ein Teil der Gefäße in der Tunica albuginea. Von diesen wird gesagt: "Sie verlassen die weiße Haut gar bald und gehen mit dem Saamenstrange fort, wo sie sich wieder mit anderen verbinden, die ich sogleich beschreiben will. Allein die Scheidenhaut der Hoden hat auch wieder andere Saugadern an den vorderen und zur Seite liegenden Theilen, welche auch nicht die geringste Vereinigung mit dem Körper des Hodens noch auch mit der weißen Haut haben, und welche sich auch gar bald beym Anfange des Saamenstranges mit den ersteren vereinigen". "Die Saugadern, welche aus dem Netz des Hodens entspringen, sind außerordentlich weit und scheinen mit seinen Häuten in keiner Verbindung zu stehen". "Sobald die Saugadern den Samenstrang erreicht haben, bilden sie sechs oder zwölf oder auch noch mehr Stämme, einige

von ihnen sind bisweilen größer als eine Krähenfeder-
spule; sie scheinen da, wo sie längs dem Samenstrange
fortgehen, nicht untereinander zu anastomosieren".

CRUIKSHANK unterschied vier Hauptgruppen von Gefäßen:
Lymphatica tunicae vaginalis, *Lymphatica testis profun-*
diora, *Lymphatica rete testis*, *Lymphatica epididymidis*.

Eine ähnliche Anordnung der abführenden Lymphgefäße des
Hodens beschrieb MASCAGNI (1787). Er gab eine noch heu-
te unübertroffene Darstellung ihres weiteren Verlaufes
zu den paraaortalen Lymphknoten, die erst in jüngster
Zeit nennenswert ergänzt werden konnte (vgl. neuere
Zusammenstellungen bei GÖDDE und VAHLENSIECK, 1968;
VAHLENSIECK, 1968;1969; HILWEG und WIENERS, 1969). Er
fand drei bis fünf oder mehr abführende Hauptstämme,
die im Samenstrang mit den Blutgefäßen verwickelt sein
sollten. Später fanden LUDWIG und TOMSA (1862) ein
Lymphgefäßgeflecht auf der weißen Haut unmittelbar
unter der Serosa. Was die Verhältnisse im Inneren des
Organs angeht, meinten diese Autoren, der Raum, den die
Blutgefäße in der Umgebung der Samenkanälchen übriglies-
sen, sei mit Lymphe gefüllt. So sei jedes Kanälchen mit
einem spaltförmigen Lymphraum umgeben, dessen Wand nur
aus lose aneinandergehefteten Fibrillen der beiden Wan-
dungen der Samen- und Blutgefäße bestehe. - Die Abbil-
dungen zeigen, daß es sich hier um eine Beschreibung
von Extravasaten und von artefiziellen Spalten um ge-
schrumpfte Tubuli handelt. HIS (1863), FREY (1863),
TOMMASI (1863) untersuchten in der Folgezeit die Lymphge-

fäße weiter und vieles spricht dafür, daß sie bereits richtige endothelausgekleidete Gefäße fanden. Nichtsdestoweniger beschäftigte sich LEGGE noch 1882 mit "peritubulären Lymphscheiden". HIS hatte zu dieser Zeit schon (1863) festgestellt, daß sich bei Silbernitratinjektion keineswegs Spalten, sondern beim Stier ein reiches Netz geschlossener Röhren darstellte. Er glaubte jedoch, soweit aus seinem Text hervorgeht, den Angaben von LUDWIG und TOMSA (1862) mehr als seinen eigenen Befunden. FREY untersuchte die Lymphgefäße beim Menschen und bei mehreren Tieren. Er betonte die prinzipielle Ähnlichkeit der Befunde bei seinen verschiedenen Objekten. Beim Stierkalb sah er unter der Tunica vaginalis ein weitmaschiges Netzwerk starker klappenführender und darum knotig erscheinender Stämme, die vom freien Rand des Hodens nach dem der Epididymis zugekehrten Teil verliefen. Innerhalb der unregelmäßig begrenzten Maschen dieses Netzwerkes sollte ein zweites feineres Geflecht verlaufen; alle diese Lymphbahnen sollten reichlich mit Klappen versehen sein. Die Gefäße aus dem Inneren des Organs mündeten nach FREY zu einem geringen Teil direkt in das beschriebene subseröse Netz, während die meisten an der Innenfläche der Albuginea "in dem dort vorkommenden losen Bindegewebe" ein Netzwerk bilden, welches "sich an gut injizierten Präparaten zunächst als ein homogener Streif der Injektionsmasse darstellt, bei näherer Untersuchung aber ein dickes Convolut gedrängt neben- und übereinander gelegener schmaler Gänge ergibt. Mit-

unter umhüllt ein derartiger Lymphkanal förmlich ein Blutgefäß, jedoch ist dies Ausnahme, nicht Regel". Es ist für den Leser schwer zu entscheiden, inwieweit auch hier Extravasate der Beschreibung zugrundeliegen könnten.

Die Lymphbahnen im Corpus Highmori sollen nach FREY (1863) sich beim Kalb gleich verhalten wie es LUDWIG und TOMSA (1862) beim Hund beschrieben hatten. Von dem fibrillären Bindegewebe an der Innenseite der Tunica albuginea ziehen demnach Lymphgefäße sowohl in den Septen als auch zwischen den Samenkanälchen zum Mediastinum testis, in welchem sie parallel zu den Kanälchen des Hallerschen Netzes "nach dem Nebenhoden" verlaufen. FREY meinte, daß sich die Lymphgefäße beim Mann wie bei Hund oder Stierkalb verhielten.

MESSING (1877) beschrieb beim Stier wie bei anderen Säugern in der nach seiner Messung hier 0,9 mm dicken Tunica albuginea testis eine äußere Lage, in der reichlich Lymphgefäße vorkommen sollten. Ebenso fand auch er solche im Corpus Highmori. KÖLLIKER (1854; 1867) injizierte Lymphgefäße bei Stier und Mensch mit Silbernitrat und konnte feststellen, daß die Wurzeln der Lymphbahnen im Hoden wirklich als geschlossenes, mit Endothelien ausgekleidetes Röhrensystem (für das er allerdings Durchmesser von 40 bis 190 μ annahm, so daß doch Zweifel verbleiben) die Samenkanälchen umspinnt. Die von TOMMASI (1863) beschriebenen "Endothelzellen" auf

den Tubuli seminiferi, welche mehr polygonal geformt und, wie noch v. EBNER (1899) betont, ebenfalls mit Höllenstein darstellbar sein sollten, behielten aber in der Literatur noch lange ihre Scheinexistenz. Vielleicht handelte es sich dabei um Netzbilder argyrophiler Fasern und Bindegewebszellen in der Wand der Kanälchen. Hierfür könnte auch ein Vergleich mit den entsprechenden Abbildungen bei GERSTER (1877) sprechen.

MIHALKOVICS (1873) kehrte weitgehend zu den Ansichten von LUDWIG und TOMSA (1862) zurück und ging sogar noch darüber hinaus, indem er das Vorhandensein von Lymphgefäßen sogar in den "Septen" des Hodens bestritt. GERSTER (1877) zeigte jedoch klar, daß MIHALKOVICS, der blind ins Parenchym injizierte, nicht Lymphgefäße, sondern Bindegewebspalten gefüllt hatte und die Lymphgefäße keineswegs, wie jener angegeben hatte, ihre Wurzeln in der Tubuluswand haben oder auch nur in direkter Verbindung mit ihr stehen,

GERSTER (1877) gab selbst eine kritische und gegenüber den früheren Beschreibungen genauere Darstellung der Lymphbahnen des Hodens bei verschiedenen Säugetieren und beim Menschen. Danach sollen die Lymphgefäße stets möglichst weit von den Tubuli contorti entfernt liegen und geschlossene Wandungen haben. Der Verlauf soll bei allen untersuchten Arten im Prinzip gleich sein; die kleinen Lymphgefäße innerhalb der Lobuli sind oft dünner als Blutkapillaren; aus ihnen sammeln sich etwas

größere Stämmchen, die in die "Septen" eintreten und deren Verlauf folgen. In diesen sollen sie langmaschige Netze bilden und teilweise eine größere Dicke als die Tubuli contorti erreichen. Schließlich gelangen sie so zur Tunica albuginea; schmalere Gefäße sollen auch zwischen den "Septen" aus den peripheren Parenchymanteilen an die weiße Haut herantreten. Dort sollen sie in einer sogenannten "Tunica vasculosa", die aus einem "eigentlichen lamellösen Fachwerk" sehr lockeren Bindegewebes besteht, ein reiches Netz bilden und dabei als bald engere, bald weitere Gefäße in sehr schiefer Richtung die Tunica vasculosa selbst und schließlich die Tunica albuginea durchsetzen. Außer dieser sammelt sich im Corpus Highmori ein zwischen den Maschen des Rete testis hinziehendes Kanalsystem aus Gefäßen sehr weiten Kalibers. GERSTER wies besonders darauf hin, daß, sollten die Vorstellungen von LUDWIG und TOMSA oder MIHALKOVICS zutreffen, der Hoden eine Sonderstellung gegenüber anderen Organen einnehmen müßte, da sonst überall das Lymphgefäßsystem aus geschlossenen Gefäßen aufgebaut sei. Entsprechend beschreibt er selbst eine den feinsten Blutgefäßen ähnliche Verteilung, bei der die Wurzeln des Lymphgefäßsystems ein langmaschiges die Tubuli seminiferi umschlingendes Netz geschlossener Gefäße bilden.

Ein solches geschlossene Gefäßsystem fand auch REGAUD (1897) und bestritt nochmals energisch die Existenz der angeblichen peritubulären Lymphräume und der "Endothe-

lien" auf den Tubuli contorti. Ebenso erklärte CAPURRO (1902) die "Lymphspalten" um die Tubuli für eindeutige Kunstprodukte. MOST (1899) fand ebenfalls wie GERSTER einen doppelten Abfluß der Lymphe. Der Hauptstrom ginge anscheinend in den "Septa" zum Corpus Highmori. Ein anderer Teil der Lymphe fließe in ein unter der Tunica albuginea testis sich ausbreitendes Netz, welches zahlreiche die weiße Haut durchdringende Äste zu einem subserös, unter der Tunica vaginalis, aber auf der Albuginea gelegenen, ebenfalls dichten Saugadergeflecht entsende. Aus jedem dieser übereinanderliegenden Netze entstünden größere Lymphstämme, die dem Hilus des Organs zusteuerten. Aus diesen Sammelgefäßen und den beim Corpus Highmori entstehenden bildeten sich die den Funiculus spermaticus begleitenden größeren Gefäße. - Nach BARTELS (1909) bilden die Lymphgefäße des Hodens beim Menschen "ein dichtes Geflecht dicht unterhalb der Albuginea", aus dem sich Stämme sammeln, die sich mit jenen des Nebenhodens verbinden und zu einem Geflecht weiter klappentragender Gefäße zusammentreten, um "mit den beiden Venenbündeln" im Samenstrang und weiter zu den paraaortalen Lymphknoten zu verlaufen.

STIEVE (1930) meinte, ganz im Gegensatz zu den meisten älteren Autoren, daß in der Tunica albuginea testis Lymphgefäße nur in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden seien. Das Zwischengewebe hingegen sei sehr reich daran; die Gefäße träten hauptsächlich durch den Bindegewebskörper heraus. Dort fände man viele, zum

Teil sehr weite Gefäße, die sehr zahlreiche Klappen aufwiesen. ROUVIERE (1932), der sich vor allem auf Angaben von REGAUD (1897), MOST (1899), CUNEO (1901), JAMIESON und DOBSON (1910) sowie HASUMI (1930) stützte, beschrieb die Lymphgefäße des menschlichen Hodens so, daß sie als dichtes Netz von Kapillaren die Tubuli seminiferi umgäben; aus diesem Netz sich sammelnde Gefäße träten in die "Septula" ein. Von dort erfolge der Abfluß teils zum Corpus Highmori, wo sich mehrere größere Stämme bildeten. Die Mehrheit der Lymphgefäße zöge jedoch zur Albuginea und dort, den Seitenflächen des Organes folgend, zum hinteren Rande des Hodens. Dort träfen sie mit den anderen zusammen, welche die Keimdrüse mit den Ductuli efferentes verließen, um mit ihnen, miteinander anastomosierend, die Blutgefäße des Samenstranges proximalwärts zu begleiten. - Diese Autoren gehen auf die Lymphgefäße des Nebenhodens ein, die sich ebenfalls oberflächlich in der Kapsel desselben sammeln sollen, von wo die größeren Stämme mit den entsprechenden Blutgefäßbündeln aus den einzelnen Teilen das Organ verlassen.

1954 gab RENYI-VAMOS eine Beschreibung der Lymphgefäße des Hodens, die an die alten Vorstellungen von MIHALKOVICS erinnert. Er erklärte die Injektionsverfahren für ungeeignet zur Erforschung der Lymphkapillaren, da der eingeführte Stoff nicht nur diese ausfülle, sondern auch das ganze Interstitium überschwemme, die "Farbstreifen" also mit den Lymphkapillaren nicht

identisch seien. Bei sehr unsorgfältigen Vorgehen mag das stimmen. Im übrigen jedoch zeigen schon die Ergebnisse von GERSTER (1877), was sich mit dem Injektionsverfahren erreichen läßt.

RENYI-VAMOS (1954) nun staute die dem Flexus pampiniformis begleitenden Lymphgefäße durch Ligatur. Dadurch, so schrieb er, seien diese "in kräftiger Weise gefüllt, gut zu erkennen und leicht zu punktieren". Er sah zwischen den Canaliculi von Hoden und Nebenhoden gar keine Lymphgefäße, fand aber solche in den Kapseln beider Organe, und zwar weite Gefäße, von denen ein Teil Klappen enthalten sollte. Die ableitenden Gefäße sah er "vor dem Ductus deferens" "gruppenförmig" gelagert. Im Plexus pampiniformis sah er "mehrere weite valvuläre Lymphgefäße" verlaufen.

Ausgehend von diesen Vorstellungen entstand in den letzten Jahren eine umfangreiche Literatur, deren wesentliche Gemeinsamkeit darin besteht, daß die Existenz von Lymphgefäßen innerhalb des Hodenparenchyms von den betreffenden Autoren gänzlich geleugnet wird (vgl. z.B. RUSZNYÁK et al., 1957; RENYI-VAMOS, 1960; v. BRZEZINSKI, 1963; STAUDT und WENZEL, 1964; 1965; WENZEL und KELLERMANN, 1966).

Diese Untersucher bestreiten auch durchwegs die Eignung der Injektionsverfahren zur Darstellung der Lymphgefäße. Deswegen wurde viel Mühe daran gewendet, z.B. durch Injektion von Blutgefäßen diese gegenüber den Lymphge-



Abb. 30: Linker Hoden eines dreijährigen Stieres von ventro-lateral nach Injektion der Lymphgefäße von der Tunica albuginea aus. Die Lymphgefäßnetze der Tunica albuginea treten durch Füllung mit dunkel gefärbter Injektionsmasse deutlich hervor. Ihre Anordnung ist völlig anders als die der peripher am Hoden sich ausbreitenden und sammelnden Arterien und Venen (vgl. Abb. 4). Nahe am unteren Hodenpol heben sich auch einzelne blutgefüllte Arterienwindungen dunkel ab.(auf 2/3 verkleinert)

fäßen abzugrenzen (z.B. MORI, 1959; STAUDT, 1967). Widersprüchliche Ergebnisse werden durch teilweise recht kühne Hypothesen erklärt: So vertrat z.B. WENZEL (1967) die Vorstellung, daß erst nach Schädigung des Hodens durch chronische Lymphstauung die in seinem Material gefundenen Lymphgefäße innerhalb des Hodengewebes sich gebildet hätten. Die methodische Blindheit der Autoren dieser "Schule" ging so weit, daß z.B. STAUDT und WENZEL (1964) uns (HUNDEIKER und KELLER, 1963) den unzutreffenden Vorwurf einer "blinden" Injektion in das Hodenparenchym machten, um unsere Ergebnisse als Darstellung von "Bindegewebsspalten" abtun zu können.

Eine kurze Lektüre des Kapitels "Material und Methode" der betreffenden Arbeit zeigt, daß dieser Vorwurf nicht zutrifft und daß STAUDT und WENZEL entweder in entscheidenden Punkten die dort gemachten eindeutigen Angaben, ebenso wie schon die Beschreibung von GERSTER (1877) mißverstanden oder aber gar die von einem Morphologen als Voraussetzung seiner Arbeit zu erwartende **leserische** Sorgfalt in **erstaunlicher** Weise vernachlässigt haben.

Die beschriebenen, vor allem auf den Angaben von RENYI-VAMOS (1954) basierenden Vorstellungen über ein nicht durch Lymphkapillaren drainiertes Hodenparenchym haben, vor allem durch die große Monographie von RUSZNYÁK, FÖLDI und SZABÓ, gegenwärtig allgemeine Verbreitung erlangt.

Zutreffend sind sie deswegen jedoch nicht. Ausgehend von

einem Vergleich dieser "modernen" Darstellung mit älteren Beschreibungen wie z.B. derjenigen GERSTER's (1877) schien uns eine Nachuntersuchung dringend notwendig. Es zeigte sich (vgl. HUNDEIKER, 1961; 1969; HUNDEIKER und KELLER, 1963), daß bei geeigneter Technik die Injektionsverfahren durchaus für eine Darstellung der Lymphgefäße geeignet sind. Beim Stier und beim Menschen ließen sich Lymphkapillarnetze im Hodenparenchym nachweisen. In der Zwischenzeit konnten auch POPESKO (1966) beim Stier und JANTOŠOVIČOVÁ (1968) beim Eber völlig übereinstimmende Befunde erheben.

Ebenso beschrieb SHDANOW (1962), zum Teil unter Hinweis auf bereits von OSTROWERCHOWA (1960) erzielte Ergebnisse, eine reiche Lymphvascularisation des Hodenparenchyms. Bereits SHDANOW wies auf die Fehlerquellen der von RENYI-VAMOS und seinen Nachahmern benutzten, teilweise jedoch schon von LUDWIG und TOMSA (1862) erprobten Methode einer Lymphgefäßdarstellung allein durch Stauung hin und zeigte, daß sie "nur unvollständige und verzerrte Bilder" ergibt.

In der Tat ist auf diese Weise eine Darstellung der letzten Verzweigungen des Lymphgefäßsystems nicht zu erreichen. Aber der Gegenstand einer Untersuchung ist nicht schon deswegen nicht existent, weil seine Darstellung mit einem ungeeigneten Verfahren und an ungeeigneten Objekten ohne Erfolg versucht wurde, wie z.B. von RENYI-VAMOS (1954;1960), v. BRZEZINSKI (1963),

STAUDT und WENZEL (1964; 1965), WENZEL und KELLERMANN (1966), WENZEL (1967). Und wenn wir inzwischen (vgl. auch HUNDEIKER, 1969; FAWCETT et al., 1969) feststellen können, daß die Vorstellungen aller dieser Autoren über die Lymphgefäße innerhalb des Hodenparenchyms in wesentlichen Punkten nicht zutreffen, so schließt diese Feststellung auch die aus diesen Vorstellungen gezogenen therapeutischen Folgerungen (vgl. Zusammenstellung bei RUSZNYAK et al., 1957) uneingeschränkt mit ein.

Aufgrund der inzwischen gesammelten Erfahrungen (vgl. HUNDEIKER, 1969; 1970) glauben wir auch die Ursache angeben zu können, die dem Mißtrauen der vorstehend angeführten Autoren gegen die Injektionsmethoden zugrundeliegen: Diese Verfahren eignen sich wegen noch darzulegender Gründe nicht zur Anwendung an sehr kleinen Hoden. Alle Vertreter der RENYI-VAMOSschen Richtung aber arbeiteten bei ihren Untersuchungen überwiegend mit kleinen Versuchstieren oder Haustieren (Hund, Kaninchen etc.)(Vgl. hierzu auch GRAU und KARPFF, 1963).

Wir selbst gingen in unseren Untersuchungen zunächst von großen Säugetierhoden aus. Zuerst wurde der Hoden von *Bos taurus* als Untersuchungsobjekt gewählt, da hier gegenüber den Verhältnissen z.B. beim Menschen die in der Tunica albuginea eingelagerten Lymphgefäßstämme viel dichter angeordnet und weiter sind. Dies ist die Folge der bekannten, bereits bei der Besprechung der Arterien und der Venen gestreiften Tatsache,



Abb. 31: Hoden eines 28-Jährigen nach Injektion der Lymphgefäße mit Berlinerblaugelatine von der Tunica albuginea aus. Der Pfeil kennzeichnet die Einstichstelle. Vergr. 2:1. - Deutlich tritt die unregelmäßige netzförmige Anordnung der Gefäße hervor. Sie ist von derjenigen der in der Tunica albuginea sich ausbreitenden und sammelnden Arterien und Venen gänzlich verschieden.

daß die Oberfläche eines Organs mit dessen zunehmender Größe nicht in gleichem Maße wächst wie sein Volumen. Infolgedessen sind bei sehr großen Säugetierhoden in der Tunica albuginea oberflächliche größere Lymphgefäße relativ leicht zu erkennen und zu punktieren. Dementsprechend gelang eine Injektion von hier aus beim Stier stets. Beim Menschen war sie nicht nur wesentlich mühseliger, sondern gelang auch nur in einem Teil der Präparate (vgl. Material und Methode). Am kleinen Hoden der Ratte gelang sie bisher nie, so daß die Untersuchung auf histologische Vergleiche angewiesen blieb. Das liegt jedoch allein an der Unvollkommenheit der angewendeten Technik und nicht etwa an Unterschieden der innerhalb der Säugetierreihe prinzipiell übereinstimmenden (HUNDEIKER und KELLER, 1963) Gefäßarchitektur. — Die Injektion muß von der Tunica albuginea testis aus erfolgen, weil eine retrograde Injektion von den Lymphstämmen des Samenstranges aus wegen des Klappenreichtums und des zarten Wandbaues derselben praktisch kaum möglich ist.

Im eigenen Material zeigen sich die Wurzeln des Lymphgefäßsystems beim Stier als teilweise netzförmig die Tubuli umspinnendes System geschlossener endothelausgekleideter Gefäße. Die Endothelauskleidung scheint, soweit das noch geringe elektronenmikroskopisch auswertbare Material bereits ein Urteil erlaubt, kontinuierlich und frei von Poren zu sein (vgl. auch die während der Arbeit an dieser Darstellung erschienene Publika-

tion von FAWCETT et al., 1969). Als morphologisches Substrat der außerordentlichen Verletzlichkeit dieser Gefäße zeigt sich ein von anderen Autoren (vgl. FAWCETT et al., 1969; FÖLDI, 1969), auch an anderen Gefäßgebieten wie z.B. den Vasa vasorum (FÖLDI et al., 1968) bemerktes teilweises Fehlen von Basalmembranen, zusammen mit einer außerordentlich schwach ausgebildeten bindegewebigen Verankerung dieser Kapillaren, verglichen z.B. mit Blutkapillaren der Haut (vgl. BERGER und HUNDEIKER, 1968). Das Endothel läßt eine sehr wechselnde Höhe erkennen. Die Endothelien dieser Lymphgefäße zeichnen sich weiter durch ein gänzlich Fehlen der verschiedenen zur Kontrastierung von Blutkapillaren ausnutzbaren Fermentaktivitäten aus. Während z.B. die arteriellen und venösen Blutkapillarschenkel durch die alkalische Phosphatase- und α -Naphthylacetatesterasereaktion ohne Injektion darstellbar sind (vgl. Zusammenstellungen bei HUNDEIKER, 1969; 1970), ist in den bisher untersuchten Gefäßgebieten eine entsprechende geeignete Reaktion an den Endothelien der Lymphgefäße noch nicht gefunden worden (vgl. KOPF, 1957; PFLEGER, 1964; HUNDEIKER, 1970), was zwar im Einzelfall gelegentlich die Unterscheidung von Blutgefäßen durch die unterschiedliche Enzymausstattung erleichtert, meist jedoch zusammen mit der oft schwierigen morphologischen Differenzierung (vgl. z.B. OEHMKE, 1968) eher die Darstellung der Lymphgefäße erschwert und deren Untersucher weitgehend auf die Ergebnisse von Injektionsversuchen angewiesen bleiben läßt.

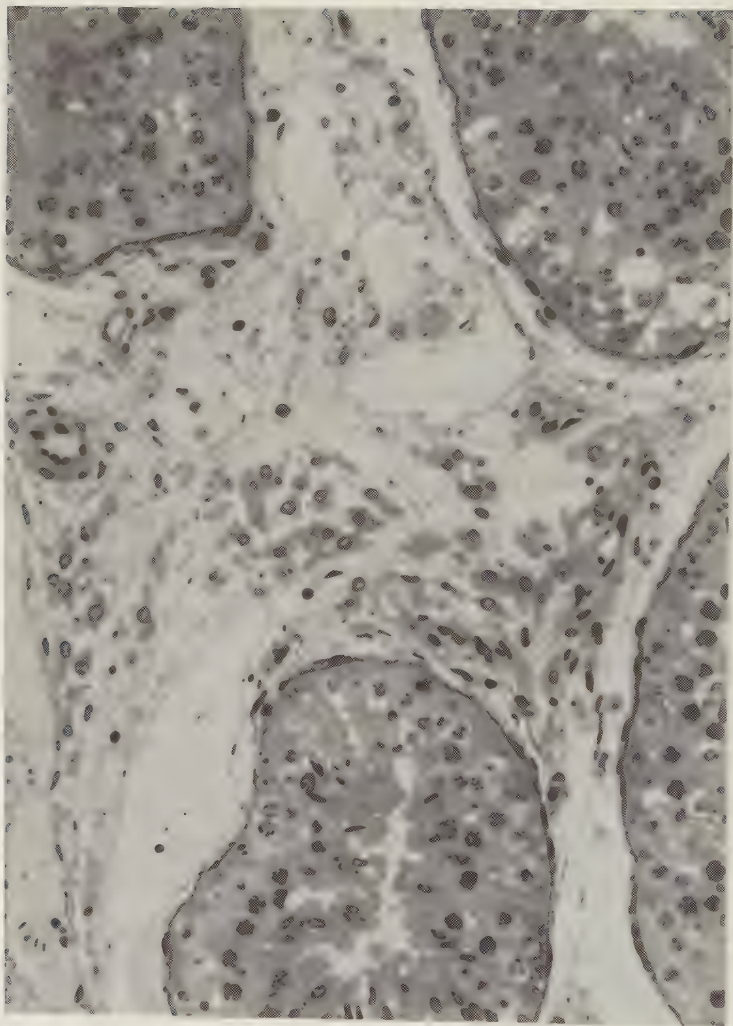


Abb. 32: Interstitium mit Blut- und Lymphgefäßen im Stierhoden. Semidünnschnitt $0,5\mu$, Epon-Einbettung, Huber-Färbung. Vergr. 300 : 1

Die ungleichmäßigen Kaliber der Lymphgefäße im Injektionspräparat stellen eine weitere Besonderheit gegenüber den Blutkapillaren dar. Auffallend ist zudem an den Lymphkapillaren und kleinen Sammelgefäßen innerhalb des Parenchyms eine ausgesprochene Armut an Klappen, die die Injektion erleichtert. Es ist an die Möglichkeit zu denken, daß diese Klappenarmut in Verbindung mit der netzförmigen Ausprägung des Lymphkapillarnetzes eine besondere funktionelle Bedeutung haben könnte, indem sie innerhalb des Netzes den Abfluß nach allen Richtungen unbeschränkt ermöglicht, so daß eine lokale Abflußbehinderung nicht zur Lymphstauung in größeren Parenchymbezirken führen kann.

Die Lymphkapillaren umspinnen netzförmig die Tubuli contorti sowie die größeren Blutgefäße. Dabei scheinen auch blinde Enden vorzukommen, die sich jedoch mit den angewendeten Methoden meist nicht eindeutig als solche sichern lassen. Schon in den Intertubularzwickeln entstehen kleine Sammelgefäße. Diese nehmen im Gegensatz zu den bisherigen Literaturangaben, soweit dieselben eine Lymphvascularisation des Parenchyms beschrieben, mehr die peripheren Anteile der Zwickel ein. Die Intertubularzwickel enthalten also in den zentralen Partien die Arteriolen, Zwickelkapillaren und postkapillären Venolen, umgeben von den Zwischenzellgruppen und dann in den peripheren Partien von den Anfängen und Enden der Querkapillaren, der Lymphkapillaren und den kleinen Sammelgefäßen der Lymphe, eingebettet in ein sehr

lockeres Bindegewebe. Die unregelmäßige Lagerung der Tubuli contorti bringt es indes mit sich, daß dieser Aufbau der Intertubularzwickel nicht überall deutlich erkennbar wird.

Durch spitzwinkelige Vereinigung entstehen aus diesen kleinen Sammelgefäßen des interstitiellen Gewebes grössere Stämme, die wie die Venen und häufig mit Venen zusammen in den Bindegewebstrabekeln zur Tunica albuginea streben. Dabei nehmen sie noch laufend kleine und grössere Äste auf. Diese Gefäße sind weiterhin sehr arm an Klappen. Kleine Lymphgefäße aus den oberflächlichen Teilen des Parenchyms treten in großer Zahl direkt an die weiße Haut heran. Wo die Gefäße die Kapsel erreichen, biegen sie plötzlich, merkwürdigerweise oft nach caudal, in die Ebene derselben um. Dabei verlieren sie ihr bis dahin annähernd zylindrisches Lumen, um breit und abgeflacht in der Tunica albuginea weiterzulaufen. Sie bilden in allen Schichten derselben Netze aus sich vielfältig verbindenden und überlagernden Lymphbahnen verschiedener Breite und Richtung. Diese Gefäße lassen zunehmend zahlreich in unregelmäßiger Anordnung Klappen erkennen. Sie durchsetzen nie Teile der Tunica albuginea senkrecht, sondern bilden stets nur ganz geringe Winkel gegen die Oberfläche derselben.

Ein besonderes der Serosa zugeordnetes Lymphgefäßnetz entsprechend dem der Blutgefäße läßt sich nicht abgrenzen; alle Teile des Lymphgeflechtes in der Tunica

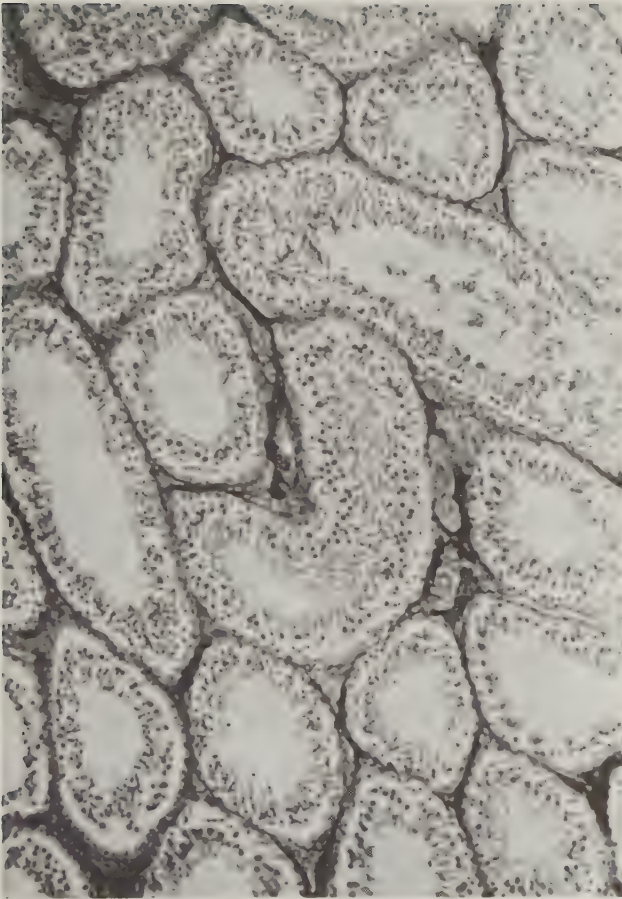


Abb. 33: Aus dem gleichen Hoden wie Abb. 32. Mit Injektionsmasse gefüllte Lymphgefäße innerhalb des Parenchyms heben sich dunkel gegen die Umgebung ab. Paraplastschnitt 12μ , Kernechtrot, Vergr. 100 : 1

albuginea testis kommunizieren miteinander. Die einzelnen Gefäßabschnitte wechseln von Klappe zu Klappe Form und Größe; häufig sind die mittleren Teile der zwischen den Klappen gelegenen Gefäßabschnitte breiter. Die Gefäßnetze sammeln sich zur Dorsalseite der Extremitas cranialis testis hin. Sie durchflechten sich dabei teilweise mit den Blutgefäßen, um die sie stellenweise ausgesprochene Sinus bilden.

Wegen ihres äußerst flachen, fast spaltförmigen Querschnittes und der geringen Entwicklung einer eigenen Wand - in den in die Tunica albuginea testis eingebauten Abschnitten fehlt eine eigene Tunica muscularis der Lymphgefäße weitgehend - dringen die Lymphbahnen weiter in die oberflächlichen Schichten vor als die Lumina der Blutgefäße. Hier sind sie teilweise nur von einer so dünnen Bindegewebslage bedeckt, daß sie sich in gestautem oder injiziertem Zustand nach außen vorwölben. Dadurch wird an solchen Stellen eine Punktion der Gefäße möglich.

Ein Teil der Lymphbahnen des Hodens fließt nicht über die Tunica albuginea ab, sondern durch ein dichtes die äußeren Anteile des Corpus Highmori durchsetzendes Maschenwerk. Diese Sammelgefäße stehen mit denen der Tunica albuginea in Verbindung und lassen sich von dort her durch Injektion mit darstellen. Sie verlassen den Hoden zusammen mit dem Corpus Highmori nahe der Extremitas cranialis und kommen so unter den Nebenhoden-

kopf in den Raum zwischen den Geflechten der Blutgefäße von Epididymis und Testis vor deren Vereinigung. Von hier aus gelangen sie, an der Basis der Gefäßranke mit den von der Tunica albuginea kommenden Stämme sich verbindend, auf die Außenseite des Gefäßkegels.

Beim Menschen zeigen die Lymphgefäße des Hodeninneren eine prinzipiell ähnliche Anordnung wie bei *Bos taurus*. Sie haben auch hier ihre Wurzeln in einem Netzwerk die Tubuli contorti umspinnender Kapillaren, die eine kontinuierliche Endothelauskleidung besitzen. Sie entsprechen im Kaliber etwa den Blutkapillaren, weisen jedoch diesen gegenüber ungleichmäßigere Querschnittsformen und Durchmesser auf. In den Intertubularzwickeln bilden sich die ersten kleinen Sammelgefäße, die noch kapillaren Wandbau aufweisen und, wie beim Stier, vielfach keine durchgehende Basalmembran erkennen lassen. Sie nehmen auch hier überwiegend die peripheren Anteile der Intertubularzwickel ein, während die zentralen von den Prae- und Zwickelkapillaren bzw. den Venolen und von Zwischenzellgruppen ausgefüllt werden.

Auch beim Menschen sammeln sich durch spitzwinkeliges Zusammenmünden dieser Gefäße in den Interstitien kleine Stämme, die meist zu mehreren mit den Blutgefäßen zusammen und diese vielfach mit anastomosierenden Ästen umspinnend in den gefäßtragenden, fälschlich meist als Septula bezeichneten, Bindegewebstrabekeln verlaufen. Die Lymphbahnen folgen beim Menschen ebenso wie die Venen zwei Richtungen: Ein Teil fließt zur

Tunica albuginea testis hin ab, ein anderer zum Corpus Highmori. Und auch hier stehen, ähnlich wie bei den Venen, die Gefäße beider Abflußrichtungen miteinander in Verbindung.

Alle diese innerhalb des Organs verlaufenden Gefäße sind sehr arm an Klappen. Im Bindegewebskörper bilden die Lymphgefäße vor allem in dessen peripheren Anteilen ein eigenes mit dem Hallerschen Netz teilweise durchflochtenes dichtes Geflecht und verlassen den Hoden in unmittelbarer Nähe der Ductuli efferentes. Der über die Tunica albuginea testis abfließende Teil der Lymphgefäßstämme bildet innerhalb derselben ein unregelmäßiges Netz vielfältig verbundener abgeflachter zunehmend an Klappen reicher Gefäße. Diese besitzen teilweise keine eigene Tunica muscularis. Ihre zwischen den Klappen gelegenen Abschnitte zeigen vielfach bizarre unregelmäßige Formen, bleiben jedoch stets abgeflacht. Form, Verlauf und Anordnung sind von derjenigen der ebenfalls in der Tunica albuginea sich über das Organ ausbreitenden und sich dort sammelnden Arterien und Venen gänzlich verschieden. Jedoch sammeln sich ähnlich wie bei den Venen schließlich aus dem wirren Netzwerk größere Gefäße im Bereich nahe dem Hilus testis im oberen Anteil des dorsalen Randes.

Die Lymphgefäßnetze in der Tunica albuginea sind einander in mehreren Schichten überlagert trotz deren beim Menschen relativ geringer Dicke. Auch beim Menschen ist indes ein besonderes der Serosa zugeordnetes System

nicht abzugrenzen. Die Gefäßnetze sind im Verhältnis nicht so reich wie am größeren Hoden des Stieres; die "geometrischen" Ursachen hierfür wurden bereits besprochen. - Auch beim Menschen gruppieren sich die über die Albuginea und über das Corpus Highmori den Hoden verlassenden größeren Lymphgefäßstämme um die Peripherie des Plexus pampiniformis.

Wo in einzelnen Injektionspräparaten innerhalb des Parenchyms Extravasate von Injektionsmasse entstanden waren, erschien das umliegende Gewebe zusammengedrängt. Eine Ausbreitung der Injektionsmasse in "Gewebspalten" zwischen den Tubuli contorti, die eine Gefäßfüllung hätte imitieren können, fand sich nicht, wohl mitbedingt durch die Konsistenz der verwendeten Masse. Stattdessen war die normale Gefäßfüllung in derartigen Parenchymanteilen infolge der veränderten Druckverhältnisse unterblieben.

Die Befunde zeigen, daß beim Menschen die Lymphgefäßarchitektur des Hodens derjenigen in größeren Säugertierhoden prinzipiell gleicht. Nur ist die Darstellung durch Injektion viel schwieriger. Das mag im eigenen Untersuchungsmaterial zum Teil mit dadurch bedingt sein, daß im Sektionsgut durch beginnende Autolyseveränderungen die Zerreißlichkeit der Gefäße und die Gefahr des Auftretens von Extravasaten vergrößert wurde. Vor allem sind es jedoch die ungünstigen Größenverhältnisse, die die Darstellung der Gefäße durch Injektion erschweren.

An kleineren als menschlichen Hoden gelang uns eine Punktion peripherer Gefäße in der Tunica albuginea bisher nicht. Beim Menschen gehört Geduld und auch Glück dazu, eine Lymphinjektion wirklich gelingen zu lassen. Bei großen Säugetierhoden wie z.B. beim Stier (HUNDEIKER, 1961; 1969; POPESKO, 1966) oder beim Eber (JANTOŠOVIČOVÁ, 1968), sind hingegen schon bei leichter Stauung die grossen intraalbugineal gelegenen oberflächlichen Sammelgefäße leicht zu erkennen und zu punktieren. Daß die Darstellung allein durch Stauung zu unvollständigen Ergebnissen führt, hat SHDANOW (1962) bereits deutlich gemacht; dies Risiko läßt sich hinsichtlich der Endverzweigungen auch durch Versuche einer Kontrastierung des Blutgefäßsystems durch Injektion, wie sie z.B. STAUDT und WENZEL (1964) anwendeten, nicht vermeiden. Da sich, wie bereits an anderer Stelle ausgeführt wurde, auch mit Hilfe spezieller Verarbeitungsmethoden (eingehende Darstellung bei STAUDT, 1967) und unter Zuhilfenahme fermentcytochemischer Verfahren (vgl. HUNDEIKER, 1969; 1970) eine sichere Differenzierung von Lymphkapillaren auf andere Art nur unvollkommen erreichen läßt, ist die Möglichkeit einer Darstellung durch Injektion vorläufig unersetzlich.

Eine Gesamtdarstellung auch des Lymphgefäßsystems im Hoden durch SETCHELL befindet sich gegenwärtig im Druck. Sie faßt unsere (1969) Ergebnisse und diejenigen von FAWCETT (1969) zusammen und dürfte den Streit um die Lymphvascularisation des Hodens endgültig abschließen.

III. 10: Der Plexus pampiniformis und sein Aufbau

Der Plexus pampiniformis wird erst an dieser Stelle und nicht im unmittelbaren Anschluß an die intratesticulären Venen besprochen, weil seine Architektur erst durch die Verbindung mit den entsprechenden Anteilen der Arterien und Lymphgefäße ihre Bedeutung erhält. Deshalb sollen der Plexus pampiniformis, die Varicocélenbildung und der Gesamtaufbau der Gefäßranke des Hodens in enger Folge besprochen werden. Der "Plexus pampiniformis" in der Form, in der er gelegentlich in der systematischen Anatomie als allein dem Venensystem zugehöriges Gebilde beschrieben wurde, ist ein ebenso unvollständiges wie unverständliches Kunstprodukt der Präparation. Wegen der extremen Ausprägung der architektonischen Besonderheiten dieses besonderen Organs bei großen Säugtierhoden sollen auch hier die Verhältnisse beim Stier zuerst beschrieben werden.

Die über die Tunica albuginea testis und die über das Corpus Highmori abfließenden Venen verlassen den Hoden gleichermaßen in der Nähe der Extremitas cranialis. Es kommt jedoch nicht zur Bildung einzelner großen Venenstämme, da die durch den Zusammenfluß der den Hoden verlassenden Venen entstehenden größeren Sammelgefäße sich sofort wieder in eine große Anzahl kleiner Gefäße aufzuteilen beginnen, die durch ständigen Wechsel von Aufteilung und Vereinigung ein reiches Geflecht bilden. Nach BIMAR (1888) bietet dieser Venenplexus den

Aspekt einer 12 cm langen konischen spongiösen Masse, die mit der Basis dem Hoden aufsitzt und aus deren Spitze die *Venae spermaticae internae* hervorgehen. Injiziert soll das Geflecht einen dicken kompakten an injiziertes Schwellgewebe erinnernden Körper bilden, der sich erst bei der mikroskopischen Untersuchung als Geflecht kleiner venöser Gefäße herausstellt. Diese haben Durchmesser von 0,3-0,4 mm, durchflechten sich in ihrem proximalwärts aufsteigenden Verlauf, gehen zahllose Verbindungen untereinander ein und bilden so ein umfangreiches Netz, dessen dichtgedrängte Maschen enger sind als der Durchmesser der Gefäße selbst. In der unteren Hälfte des Plexus behalten diese Venen ihre kleinen Maße, in der oberen vergrößern sie fortschreitend ihre Durchmesser, nehmen an Zahl ab und reduzieren sich so allmählich auf zwei Hauptgefäße, die *Venae spermaticae internae*.

Auch die Venen des Nebenhodens, die zunächst mehrere selbständige geflechtartige die zugehörigen Arterien begleitende Stränge bilden, münden schließlich in diesen Plexus ein. In seiner Dichte beschreibt die *Arteria spermatica interna* ihre komplizierten Windungen, derart, daß die einander durchflechtenden Arterienwindungen und Venen einen einzigen massiven Gefäßkegel bilden.

Unsere eigenen Befunde entsprechen hinsichtlich der Anordnung der Venen im Prinzip denjenigen BIMAR's. Ehe sich aus dem dichten mantelförmig die craniodorsalen Hodenanteile umgebenden mit Arterien und Lymphgefäßen

verflochtenen Venennetz durch allmähliche Vereinigung der Gefäße einzelne Stämme bilden können, beginnen diese sich schon wieder aufzuteilen in eine Unzahl kleiner Gefäße, die der Extremitas cranialis testis zustreben. Dort, wo die Ranke der Arteria spermatica interna endet und die Arteria testicularis propria in die Tunica albuginea testis übertritt, gehen auch umgekehrt die Venen aus der Tunica albuginea in den Gefäßkegel über, um darin als venöses Gegenstück zum Rankenconvolut der Arterie den Plexus pampiniformis zu bilden.

Der Übergang des Venennetzes aus der Bindegewebskapsel des Hodens in den Gefäßkegel erfolgt, ebenso wie der Eintritt der Arterie, ganz allmählich infolge des kontinuierlichen Zusammenhanges auch des Bindegewebsgerüsts des Gefäßkegels mit dem Faserwerk der Tunica albuginea testis. So setzt sich besonders an der Dorsal-seite das intraalbuginäre Venennetz ganz unmerklich in das des Plexus pampiniformis fort, ohne daß eine scharfe morphologische Trennung möglich ist. Die Gesamtform des Plexus pampiniformis entspricht beim Stier ganz der des Rankenconvolutes der Arteria spermatica interna. Das Geflecht besteht aus zahllosen sich ständig teilenden und wieder vereinigenden Venenstückchen mit relativ muskelstarker Wand. Sie weisen im histologischen Präparat eine Lichtung von 0,3 bis 0,5 mm auf; im injizierten Zustand im Korrosionspräparat beträgt sie fast das doppelte. Die Maschen des Netzes sind größtenteils noch enger als die einzelnen Gefäßstückchen. Diese

[The page contains extremely faint, illegible text arranged in horizontal columns.]

Die Venen des Nebenhodens sammeln sich in meist zwei gesonderten Strängen, die zunächst selbständige kleine Plexus bilden. Der eine nimmt die Venen aus dem Corpus und der Cauda epididymidis auf. Diese stehen in der Cauda mit einem schmalen Geflecht in kontinuierlicher Verbindung, aus dem sich die Venae ductus deferentis sammeln. Der andere führt das Venenblut aus dem Nebenhodenkopf ab und nimmt auch die am Mediastinum aus dem Hoden austretenden kleinen Venen auf. Die Venengeflechte folgen den entsprechenden Arterienästen. Sie umspinnen diese in gleicher Weise wie die Hodenvenen die Arteria testicularis. Mit dem Eintauchen der entsprechenden Arterienäste in den Plexus pampiniformis, noch breit distal von deren Ursprung aus der Arteria spermatica, verbinden sich diese Venenbündel unabgrenzbar mit dem übrigen Plexus pampiniformis. Dieser vereinigt somit alle Venen des Hodens und Nebenhodens in sich, abgesehen von den Venae ductus deferentis und von den relativ schwachen Verbindungen zu den Venae spermaticae externae.

Durch fortlaufende Vereinigung der kleinen Venenstämmchen, verbunden mit entsprechender Durchmesser vergrößerung der einzelnen Gefäße reduziert sich der Plexus pampiniformis an seinem proximalen Ende zu meist zwei Venae spermaticae internae. Diese ziehen am Fettkörper des Hodens, der dem Gefäßkegel wie eine "Isolierhülle" aufsitzt, vorbei in Richtung auf den Leistenkanal.

Beim kleinen Hoden der Ratte ist die Trennung des Plexus pampiniformis von dem Venennetz der Tunica albuginea deutlicher ausgeprägt: Stets ist nach der weitgehenden Vereinigung der Hodenvenen eine Wiederaufteilung in eine größere Zahl feiner Gefäße erkennbar, die als Plexus pampiniformis die Arterienwindungen umspinnen. Ihre Abgrenzung als eigenes Organ wird hier also deutlicher als bei größeren Hoden. Die Arterienranke und das Venengeflecht sind von dem isolierenden Fettkörper völlig umschlossen.

Beim Menschen beschrieb BIMAR (1888) einen prinzipiell ähnlichen, jedoch weniger dichten Aufbau des Plexus pampiniformis wie bei großen Säugetierhoden. MORRIS (1895), TESTUT und JACOB (1931) wiesen auf seine dem Anastomosenbogen der Arterien entsprechenden Verbindungen zu den Venae ductus deferentis hin. MORRIS fand weiter, wie auch PERIER (1864), HYRTL (1865), HENLE (1866) und KRAUSE (1879), daß die Venen des Hodens nur außerhalb des Leistenkanales, noch dazu "unvollständige", Klappen aufwiesen.

Die eingehendste ältere Untersuchung der Hodenvenen stammt von HABERER (1898). HABERER unterschied vier Abflußwege des Blutes: Die Hauptmasse strömt durch den Plexus pampiniformis einschließlich einer von HABERER besonders unterschiedenen in demselben hervortretenden "Plexusvene" und "Vena testis" ab. Ein geringerer Teil wird durch die Vena spermatica externa abgeleitet, ein weiterer in eine "Vena epididymidis" und der Rest in

die Vena deferentialis. Plexus pampiniformis und Vena spermatica externa sind durch eine "Vena marginalis testis" verbunden und außerdem durch die Venen des Nebenhodens, indem eine längs des hinteren Nebenhodenrandes verlaufende "Vena marginalis epididymidis" sich mit beiden verbindet. PELLANDA (1903) fand vom Plexus pampiniformis die Arteria spermatica wie von einer zarten Venenscheide umgeben. Nach DZIALLAS (1949) sind "der Hauptstamm und die größeren Äste" des Geflechtes, unabhängig vom Alter, nur relativ spärlich mit Klappen ausgestattet. Die kleineren Äste fand er jedoch "nicht nur nicht klappenfrei, sondern im Gegenteil klappenreicher als die anderen Gefäßabschnitte der Venae spermaticae"!

Auch die Venen der Epididymis münden in den Plexus pampiniformis. COOPER (1830) beschrieb davon je eine aus Caput, Corpus und Cauda. HENLE (1868) gab an, daß die Venen aus dem Nebenhoden ganz in den Plexus pampiniformis einmündeten, aber ein Teil dieses Geflechtes nicht in die Vena spermatica interna, sondern im Bereiche des inneren Leistenringes in die Vena epigastrica abflösse. SAPPEY (1873) beschrieb zwei Geflechte, deren eines vor dem Ductus deferens gelegen sei, während das andere, die Vene von Körper und Schweif des Nebenhodens aufnehmend, hinter demselben verlaufe. Die Venen des Caput epididymidis sollten in das Hauptgeflecht einmünden. Die Angaben bei TESTUT (1894) entsprechen denen SAPPEY's.

Nach HABERER (1898) entspricht die Anordnung der Venen des Nebenhodens im großen und ganzen derjenigen der entsprechenden Arterienstämme. Auch die Anastomosen im Nebenhodenbereich sollen sich bei den Venen wiederholen, jedoch trotz vieler Verbindungen eine Hauptvene die Gefäße von Körper und Schweif des Nebenhodens aufnehmen, während die Blutadern des Caput epididymidis in den Plexus pampiniformis münden. Dieser werde zum größten Teil von einer bereits erwähnten einzelnen Vena testis aufgenommen, die für sich zur Vena cava zöge, während die Vena spermatica externa in die Vena epigastrica und die Vena deferentialis in den Plexus vesicalis einmündeten. Nach EBERTH (1904) hingegen sollen die Venen von Hoden und Nebenhoden gleichermaßen zur Vena spermatica interna abfließen.

MACMILLAN (1954) fand in allen fünf untersuchten Fällen Anastomosen zwischen Hoden- und Nebenhodenvenen. Die Nebenhodenvenen mündeten in den Plexus pampiniformis, und zwar diejenigen des Caput epididymidis direkt, die des Corpus und der Cauda über eine Vena marginalis epididymidis, die sich mit einer Vena marginalis testis, falls eine solche ausgebildet war, mit dem Plexus pampiniformis sowie den Venae cremastericae (spermaticae externae) und deferentiales verbinden und mit den Venen des Nebenhodenkopfes anastomosieren oder diese aufnehmen können. MACMILLAN hob hervor, daß im Zusammenhang mit Operationen im Inguinalbereich auftretende Komplikationen häufig durch Schäden der Nebenhodengefäße

bedingt sein könnten.

Obwohl die Anordnung der Gefäße nicht so streng und übersichtlich ist wie z.B. beim Stier, fiel nicht zuerst bei Säugetieren, sondern beim Menschen bereits früh einzelnen Autoren die besondere Beziehung der Lymphgefäße zum Plexus pampiniformis auf.

MOST (1899) beschrieb vier bis sechs Gefäßstämme, die zu beiden Seiten der Vasa spermatica lägen. Sie kreuzten sich häufig, ohne jedoch untereinander zu verschmelzen. Mitunter reduzierte sich jedoch durch Vereinigung einzelner Gefäße deren Anzahl. TESTUT (1923) ließ vier bis acht solcher Lymphgefäßstämme den Samenstrang begleiten. Beobachtungen an Mensch und Tier von BAUM (1916) und neuerdings an der Ratte von ENGESET (1959) sprechen dafür, daß diese Lymphgefäße teilweise ohne Zwischenschaltung von Lymphknoten den Ductus thoracicus oder sogar direkt das Venensystem erreichen können. BAUM (1916; 1918; 1928; 1934; 1938) machte Angaben über die Lymphbahnen der Hoden zahlreicher verschiedener Tiere; sie stimmen im Prinzip mit denen von FREY (1863), GERSTER (1877) und REGAUD (1897) überein. Bereits CUNEO (1901) fand, daß die vier bis acht den Samenstrang begleitenden Lymphgefäße oberflächlicher als die Venen gelegen seien. Sie verminderten ihre Zahl nicht, sondern vermehrten sich sogar während des proximalwärtigen Verlaufes durch Teilung. Die Lymphbahnen des Nebenhodens sollen nach den genannten Autoren wie

die Venen zunächst den betreffenden Arterienstämmen folgen und dann mit denen des Hodens zusammen im Samenstrang aufsteigen, bis auf einige den Arteriae deferentiales und spermatica externa folgende Gefäße aus dem Caudabereich. SAPPEY (1873; 1887) scheint als erster bewußt gesehen zu haben, daß auch beim Menschen die von Hoden und Nebenhoden kommenden Lymphgefäßstämme die Venen des Plexus pampiniformis an dessen Außenseite bedecken.

Im eigenen Material erwiesen sich nicht alle von früheren Untersuchern beschriebenen gesonderten Venenstämme als wirklich sicher gegen das übrige Venengeflecht abgrenzbar. Die Gliederung der Architektur des Plexus pampiniformis tritt nicht so deutlich hervor wie bei grossen Säugetierhoden. Die am Hilus testis auf dem Wege über das Corpus Highmori austretenden Venen treffen dort mit den peripher über die Tunica albuginea peripher den Hoden verlassenden zusammen und schließen zwischen sich den hier an den Hoden herantretenden Stamm der Arteria spermatica interna ein. Auch beim Menschen vollzieht sich hier der Austritt der Gefäße aus dem Organ ganz allmählich, da sich das Bindegewebe der Tunica albuginea testis im Hilusbereich kontinuierlich in das Gerüst des Gefäßkegels fortsetzt.

Durch dauernde Aufteilung und Wiedervereinigung bilden die Venen ein reiches, jedoch gegenüber demjenigen beim Stier viel weniger dichtes und weniger gleichmäßiges Geflecht. In dieses mündet auch der ganz überwiegende

Teil der Venen aus dem Nebenhoden ein. Das Venengeflecht aus dem Nebenhodenkopf, das die Nebenhodenkopfarterie umschließt, vereinigt sich, kaum entstanden, mit dem der Hodenvenen. Die Gefäße von Corpus und Cauda epididymidis sammeln sich zunächst in einem die Hauptarterie des Nebenhodens umschließenden besonderen kleinen Geflecht, das jedoch ebenfalls schon dicht über den Hoden, zum Teil über eine häufig ausgeprägte stärker hervortretende Vena marginalis epididymidis, in den gemeinsamen Plexus pampiniformis mündet. Eine Sonderung der Gefäße von Testis und Epididymis ist schon dicht über dem Hoden nicht mehr festzustellen.

Im Bereich der Cauda epididymidis bestehen Verbindungen der Nebenhodenvenen mit Zweigen der Vena spermatica externa. Eine weitere Verbindung zwischen Gefäßen des Nebenhodens und Vasa spermatica externa besteht über das bereits bei den Arterien erwähnte separate Gefäßnetz des Epi- und Periorchium.

Wesentlich stärker ist jedoch die Verbindung der Venen des Nebenhodenkörpers und -schweifes mit der Vena ductus deferentis, entsprechend dem kontinuierlichen Übergang der entsprechenden Arterien ineinander in der Gefäßranke des Nebenhodens. Die Vena ductus deferentis begleitet, einfach oder doppelt, im Samenstrang die gleichnamige Arterie und schließt sich nicht dem Plexus pampiniformis an.

Entsprechend der nicht sehr stark ausgeprägten Arterien-

ranke ist auch der Plexus pampiniformis beim Menschen weniger stark entwickelt als z.B. beim Stier. Das gilt nicht so sehr für den Umfang, der bisweilen relativ beträchtlich sein kann, als vielmehr für die typische Ausprägung und Feinheit des Geflechtes. Durchmesser und Länge der einzelnen Venenstückchen sind größer, deren Zahl relativ geringer, die Maschen des Netzes gröber und ungleichmäßiger.

Jedoch schließt auch beim Menschen der Plexus pampiniformis, nach proximalwärts durch einen allerdings nur mäßig entwickelten Fettkörper isoliert, die Arteria spermatica interna mit ihren Windungen und Zweigen dicht ein, so daß sie sich, zumal sie mit den Venen in ein gemeinsames Bindegewebsgerüst eingebaut ist, nur sehr schwer isolieren läßt. Die einzelnen Gefäßanteile tragen wechselnd reichlich Venenklappen. In den kleineren und engeren Stämmen sind sie reichlicher vorhanden. In pathologisch erweiterten Abschnitten bei Varicocelenbildung erscheinen sie spärlicher.

Irgendwelche konstant ausgebildeten gegenüber dem übrigen Plexus pampiniformis besonders hervorgehobenen größeren Sammelvenen fanden sich im Gegensatz zu manchen Literaturangaben in unserem Material nicht. Auffällig war jedoch trotz der beim Menschen wenig extremen Ausprägung aller Besonderheiten der Gefäßarchitektur wieder die Gruppierung der großen Lymphgefäßstämme um die Peripherie des Plexus pampiniformis. Die Anzahl



Abb. 34: Die peripheren und zentralen Venenstämme eines Menschenhodens mit dem Beginn des Plexus pampiniformis im Korrosionspräparat. Vergr. 2:1

dieser Gefäße wechselt. Meist fanden wir acht bis zwölf, die durch ihre Untergliederung durch Klappen ein perl-schnurähnliches Aussehen hatten.

Während das Geflecht proximalwärts zieht, vermindert sich allmählich die Zahl der Venenstämme und entsprechend nimmt deren Durchmesser zu. Am proximalen Ende gehen so aus dem Plexus pampiniformis mehrere große, in unserem Material meist relativ klappenreiche Stämme hervor, die sich schließlich zu meist zwei Venae spermaticae internae vereinigen. Im untersuchten Material erschienen auch deren Stämme meist relativ reich an Klappen.

III. 11: Varicocelenbildung und Varicocelenbehandlung

Die Kenntnis der Varicocele reicht bis weit in die Antike zurück; erste Operationsversuche aus "kosmetisch." - anatomischer Indikation oder wegen durch sie gelegentlich verursachter Beschwerden lassen sich wenigstens bis zur letzten Jahrhundertwende verfolgen, die Kenntnis der Beeinträchtigung der Fertilität durch Varicocelen jedoch hat sich erst in den letzten Jahrzehnten ausgebreitet. HORNSTEIN (1964) gibt eine anschauliche Übersicht über diese Entwicklung und führt dabei noch aus jüngerer Zeit Literaturangaben auf, die eine die Spermatogenese störende Auswirkung der Varicocelen leugnen.

Von der Mehrzahl der Beschreiber wird die Varicocele als Phlebektasie der Venae spermaticae internae im Bereich des Plexus pampiniformis aufgefaßt. Sie kann Zirkulationsstörungen der Keimdrüsen mit Beeinträchtigung der Fertilität zur Folge haben (vgl. z.B. MEYHÖFER und WOLF, 1960; BOHNSTEDT, 1961; HORNSTEIN, 1964; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968). Sie ist deshalb heute häufig Indikation zu operativer Behandlung im Interesse der Erhaltung oder Wiederherstellung der Fertilität (z.B. SCHIRREN, 1961; KLOSTERHALFEN, 1965; AFFLERBACH et al., 1968; KLOSTERHALFEN et al., 1968). Um so beunruhigender war deshalb früher für den Therapeuten das mit den älteren "anatomisch-kosmetisch" orientierten Verfahren der Varicocelenoperation verbundene Risiko der Hodenatrophie (Zusammenstellungen bei SCHINZ und SLOTOPOLSKY, 1924; DEMEL, 1926; HUNDEIKER und KELLER, 1963 sowie insbesondere HORNSTEIN, 1964). Die Entwicklung neuerer risikoarmer Operationsmethoden unter Berücksichtigung der gesamten Gefäßarchitektur z.B. durch BERNARDI (1947), PALOMO (1949) oder IVANSSEVICH (1960) stellte einen wesentlichen Fortschritt dar. Es ist zu wünschen, daß sie sich endlich allgemein durchsetzen.

Die Kenntnis dieser andrologischen Aspekte darf jedoch bei dem in der Praxis meist die Varicocelenoperation durchführenden Chirurgen nicht in jedem Fall vorausgesetzt werden. Hierfür als Beispiel soll im Folgenden über einen Patienten berichtet werden, bei dem die Wahl eines die physiologischen Gegebenheiten nicht be-

rücksichtigenden Operationsverfahrens unbeabsichtigt zu iatrogener Sterilisation geführt hat. Die Krankenbeobachtung ist zugleich ein neuer Hinweis auf die in jüngster Zeit wieder von HUBER et al. (1968) betonte Notwendigkeit weiterer Aufklärung der Gefäßarchitektur im menschlichen Hoden als Grundlage aller operativen therapeutischen oder auch nur diagnostischen (CHARNY, 1963; HUNDEIKER und v. MULERT, 1966) Maßnahmen.

Der bei der ersten Beratung 22-jährige Patient suchte ursprünglich wegen eines unspezifischen Infektes die allgemeine Ambulanz auf. Dabei wurde als Nebentbefund eine sehr massive Varicocelenbildung links festgestellt; der rechte Hoden war auswärts 4 Jahre zuvor wegen "rezidivierender Entzündung" exstirpiert worden. Wegen dieser Befunde wurde ein Spermiogramm durchgeführt zum Ausschluß einer Spermiogenesebeeinträchtigung des verbliebenen Hodens durch die Varicocele. In mehreren Kontrollen wechselten die Befunde zwischen Oligospermie 2. Grades und Normospermie. Dabei fiel eine gleichbleibende erhebliche Asthenospermie auf; die Befunde entsprachen denen, wie sie vielfach allein als Folge von Varicocelen beobachtet werden (vgl. auch HORNSTEIN, 1964; MAC LEOD, 1965; 1969; BROWN et al., 1967; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968). Damit schien nach den bisherigen guten Erfahrungen mit dieser Methode (vgl. AFFLERBACH et al., 1968) die Chance einer Besserung, zumindest jedoch der Prophylaxe einer Verschlechterung in einer Varicocelenoperation in Form der hohen Unterbindung z.B. nach

PALOMO (1949) oder IVANISSEVICH (1960) bzw. BERNARDI (1947) gegeben. Die Operation war in Zusammenarbeit mit der urologischen Abteilung geplant. Der Patient begab sich jedoch dazu in seinen Heimatort. Dort wurde die Operation nicht nach einem der entsprechenden hohen Unterbindungsverfahren, sondern nach einer antiquierten Methode als lokale Resektion durchgeführt. Postoperativ trat eine schmerzhafteste Schwellung auf, die langsam zurückging. In mehreren erstmals 6 Monate nach der Operation durchgeführten Spermogrammkontrollen seither Azospermie bis Aspermie.

Ältere operative Verfahren zur lokalen Varicocelenbehandlung berücksichtigen stets die sorgfältige Erhaltung der Arteria spermatica interna, weniger die eines ausreichenden venösen Rückflusses und kaum die Bedeutung des Lymphabflusses vom Hoden und die topographischen Beziehungen zwischen Lymphgefäßen und Plexus pampiniformis, wie sie bereits im Vorstehenden beschrieben wurden. Dabei hat wenigstens für die Blutgefäße bereits 1896 GRIFFITHS versucht, experimentell die Folgen der Ligatur verschiedener Gefäßteile aufzuklären. Bei lokaler Exstirpation der "Varixknoten" sind die an der Peripherie desselben den Plexus pampiniformis begleitenden (vgl. HUNDEIKER und KELLER, 1963; HUNDEIKER, 1969; 1970) Lymphgefäße des Hodens besonders in Gefahr, mit erfaßt zu werden. Die Anastomosenbildungen zwischen den verschiedenen von Hoden, Nebenhoden und Hodenhüllen kommenden größeren Lymphgefäßbündeln sind jedoch nicht so

umfänglich wie die zwischen Arterien und Venen der verschiedenen Gebiete. Daß bei Varicocelenbildung die zu den Venae spermaticae internae gehörigen vorderen Anteile des Plexus pampiniformis funktionell völlig ausfallen können, ist nach den Untersuchungen von DZIALIAS (1949) und GÖSFAY (1959) offensichtlich. In einem solchen Falle wäre demnach die Resektion dieses Gefäßteils an sich kein Verlust. Indes ist in diesem distalen Bereich des Samenstranges eine sichere Abgrenzung der einzelnen Venenbündel des Plexus pampiniformis voneinander kaum möglich (HUNDEIKER und KELLER, 1963), was für ein lokal operatives Vorgehen das Risiko einer Beeinträchtigung des gesamten venösen Abflusses mit sich bringt. Dazu kommt die Gefahr der Schädigung eines evtl. weit proximal entspringenden (HUNDEIKER und KELLER, 1963) Nebenhodenkopfastes der Arteria spermatica interna mit nachfolgender Sterilität, sowie nach PALOMO (1949) auch die der Schädigung von Nerven.

Ein ~~psych~~ologisches Hindernis für die Anwendung der Operationsmethode nach PALOMO ist unter Umständen die dabei ausgeführte Mitunterbindung der Arteria spermatica interna. Diese wird ermöglicht durch die Anastomosenketten der Hoden- und Nebenhodengefäße, die bereits von JARISCH (1888) untersucht wurde. Hier könnte in der Tat im Einzelfall bei nur schwacher Anastomosenbildung (vgl. JARISCH, 1888; HUNDEIKER, 1970) ein gewisses Operationsrisiko liegen. So stellte sich z.B. bei unseren bereits im Vorherstehenden beschriebenen Untersuchungen die Ver-

bindung zwischen Hoden- und Nebenhodenarterien und der Arteria spermatica externa nicht immer dar. Andererseits traten bisher in der Praxis Hodenatrophien nach hoher Unterbindung so gut wie nicht auf. Bereits GRIFFITHS (1896) konnte in seinen Tierexperimenten den eigenartigen Befund erheben, daß die Unterbindung von Vv. und A. spermatica besser vertragen wurde als die der Venen allein. Der besondere Vorteil der hohen Unterbindungsverfahren zur Varicocelenbehandlung besteht in der relativ sicheren Schonung aller für die Erhaltung des Hodens notwendigen Gefäßanastomosen und der Vermeidung zusätzlicher Schäden an den im Samenstrangbereich präparatorisch kaum schonend abzutrennenden Lymphgefäßen (HUNDEIKER, 1969; 1970) und Nerven. Es stehen also mit den hohen Unterbindungsverfahren fertilitätserhaltende, unter Umständen (vgl. MEYHÖFER und WOLF, 1960; SCHIRREN, 1961; BOHNSTEDT, 1961; CHARNY, 1962; HORNSTEIN, 1964; AFFLERBACH et al., 1968; HEGEMANN und SCHMITZ, 1968; MACLEOD, 1969; HUNDEIKER, 1970) die Fertilität wiederherstellende Operationsmethoden zur Verfügung. Die alten die Fertilität in hohem Maße gefährdenden operativen Verfahren zur lokalen Varicocelenbehandlung sollten deswegen, wie auch die als Beispiel angeführte Krankenbeobachtung zeigt, verlassen werden.

Nicht jede Varicocele ist jedoch für die Behandlungsverfahren geeignet. HAMLEY und HARRISON (1962) beschrieben einen Varicocelentyp, bei dem in erster Linie die Cremastervenen bzw. Gefäße aus dem Einzugsbereich der

Venae spermaticae externae betroffen sind. Dementsprechend erzielten sie hierbei ~~denen~~ der hohen Unterbindungsverfahren mindestens gleichwertige Resultate mit einem anderen Operationsverfahren mit transversaler Incision des Scrotum und haemostyptischer Naht, wodurch die varicös veränderten Cremastervenen unterbrochen werden sollen. Die Beschreibung von HANLEY und HARRISON könnte daran denken lassen, daß entweder generell statt oder neben den Venae spermaticae internae auch die Venae spermaticae externae an der Varicocelenentstehung beteiligt sein könnten oder aber, daß es grundsätzlich verschiedene Varicocelentypen gibt.

Damit stellt sich die Frage nach der Pathogenese der Varicocele, zugleich aber auch die nach der Pathogenese der durch die Varicocele ihrerseits an Hoden und Nebenhoden hervorgerufenen pathologischen Veränderungen.

Einige regelmäßig von zahlreichen Untersuchern gemachten Beobachtungen scheinen zunächst Anhaltspunkte für die Ursachen der Varicocelenentstehung zu geben. Die darauf basierenden Hypothesen werden jedoch teilweise durch die erwähnten Ergebnisse von HANLEY und HARRISON (1962) mehr oder weniger in Frage gestellt, sofern diese tatsächlich ohne Einschränkung verallgemeinert werden können. Hierzu gehörte besonders das seitenungleiche Auftreten der Varicocelen, die ganz überwiegend nur links, seltener beidseitig und noch weitaus seltener nur rechts gefunden werden (MEYHÖFER und WOLF, 1960; HAENSCH

und HORNSTEIN, 1968). Dieser Befund wurde immer wieder mit den unterschiedlichen Mündungsverhältnissen der Venae spermaticae internae in Verbindung gebracht und auf deren Rückstau zurückgeführt. Bekanntlich ist die linke Vena spermatica interna einige Zentimeter länger als die rechte und mündet üblicherweise nicht wie jene direkt in die Vena cava inferior, sondern nahezu rechtwinklig in die linke Vena renalis ein. Diese verläuft nun wieder zwischen der Aorta und der spitzwinklig aus dieser entspringenden Arteria mesenterica superior hindurch und kann an dieser Stelle eingeengt werden (EL-SADR und MINA, 1950; LEGER et al., 1957; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968). Wenn auch die früher vielfach zusätzlich angenommene Fehlbildung bzw. Hypoplasie oder Insuffizienz der Venenklappen in der linken Vena spermatica nicht zutrifft (HANLEY, 1956; 1962; Zusammenstellung bei HORNSTEIN, 1964), dürften doch die unterschiedlichen Abflußbedingungen beider Venae spermaticae in Verbindung mit dem hydrostatischen Druck zumindest für die unterschiedliche Seitenlokalisation der "idiopathischen" Varicocelen von Bedeutung sein.

Die Frage des hydrostatischen Druckes und seiner Bedeutung für die Varicocelenbildung ist nun wieder verknüpft mit einem anderen problematischen von vielen Autoren hierfür herangezogenen Faktor, der "Bindegewebsschwäche". Konstitutionelle Faktoren scheinen zumindest das Auftreten idiopathischer Varicocelen zu begünstigen, wofür auch Beobachtungen an Zwillingen sprechen

(LAIGNET et al., 1942; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968). Immer wieder wird hervorgehoben, daß vorwiegend Astheniker, bei denen auch Hernien, Varicen und Haemorrhoiden, an Varicocelen erkranken. HAENSCH und HORNSTEIN z.B. fanden bei 82 Trägern linksseitiger Varicocelen in 18,3% (15 Patienten) eine Varicosis crurum und in 26,8% (22 Patienten) Haemorrhoiden; bei 27 Patienten mit beidseitigen Varicocelen fanden sich in 40,7% (11 Patienten) eine Varicosis und in 37% (10 Patienten) Haemorrhoiden. Andererseits ist gerade z.B. in der eingehenden Zusammenstellung dieser Autoren auffällig, daß offenbar die Varicocelen in jüngerem Alter auftreten als die verschiedenen Manifestationen des "varicösen Symptomenkomplexes". Hierauf wies HORNSTEIN (1964) bereits aufgrund der bei DEMEL (1926) und EBNER (1929) zu findenden Angaben hin.

Auch muß ein relativ häufiges Zusammentreffen so häufiger Erkrankungen wie z.B. einer Unterschenkelvaricosis mit anderen häufigen Krankheiten wie der Varicocele - im andrologischen Patientengut etwa $1/3$ (SCOTT, 1960; 1961; 1962) bzw. etwa 8% (MEYHÖFER und WOLF, 1960), ca. 4,58% (KLOSTERHALFEN und SCHIRREN, 1964), 19,5% (HAENSCH und HORNSTEIN, 1968), 19,5% (AFFLERBACH et al., 1968), 21% (eigenes Material) - nicht schon einen auch pathogenetischen Zusammenhang beweisen. Mit Recht weist schon HORNSTEIN (1964) darauf hin, daß derartige Kombinationen ohne eine einwandfreie statistische Sicherung - und hier ergaben sich kaum überwindliche Hindernisse bei der Beschaffung eines statistisch einwand-

freien Materials - nichts besagen. Sie bleiben "subjektive Eindrücke". Und es gibt durchaus auch Autoren, die Varicocelen gerade bei athletisch gebauten Männern fanden. EBNER (1929) sah Varicocelen geradezu als eine Berufskrankheit von Schmieden und ähnlichen Schwerarbeitern an. Davon ausgehend diskutiert auch HORNSTEIN (1964) die eventuelle Bedeutung schwerer Arbeit, besonders schweren Hebens mit Betätigung der Bauchpresse für eine Begünstigung der Manifestation "idiopathischer" Varicocelen. Er erörtert die Möglichkeit einer zusätzlichen Abflußerschwerung der Venae spermaticae internae infolge Binnendruckerhöhung bei längerer Betätigung der Bauchpresse.

Die häufig beschriebene und als Hinweis auf eine zugrundeliegende Bindegewebsschwäche gedeutete Kombination von Varicocelen mit Inguinalhernien läßt daran denken, daß es sich zumindest in einem sehr großen Teil dieser Fälle nicht wirklich um "idiopathische", sondern um durch hernienbedingte Stauung im Leistenkanal hervorgerufene "symptomatische" Varicocelen gehandelt haben könnte.

Einige weitere früher diskutierte Faktoren wie z.B. Venenklappenanomalien, "Dysfunktion" des Musculus cremaster, congestive Hyperaemie durch "protrahierte sexuelle Spannungszustände" (Zusammenstellung bei HORNSTEIN, 1964) müssen heute als phantastische Spekulationen abgelehnt werden. An dieser Stelle ist vielleicht auch der

geeignete Platz, nochmals hervorzuheben, daß auch die überlieferungsbedingte Bezeichnung "Varicoccele" eigentlich irreführend ist, da sich bei näherer Untersuchung, auch z.B. bei der Phlebographie, (vgl. DZIALIAS, 1949; GÖSFAY, 1959; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968) nur Phlebektasien und niemals Varixknoten darstellen.

Es verbleiben eigentlich als zur Varicocelenmanifestation führende Ursachen nur die, die weit proximal zu suchen sind, also vor allem die - vielleicht individuell unterschiedlich ausgeprägten - ungünstigen Mündungs- und Abflußverhältnisse der Venae spermaticae internae, besonders der linken, in Verbindung mit der durch den aufrechten menschlichen Gang relativ hohen hydrostatischen Druckbelastung und evtl. zusätzlich mit häufiger protrahierter Betätigung der Bauchpresse bei entsprechenden Tätigkeiten, wodurch die Druckverhältnisse noch ungünstiger werden. Die leichte retrograde Injizierbarkeit der Venae spermaticae läßt hier die Möglichkeit sogar retrograder Durchströmung denkbar erscheinen (vgl. auch MACLEOD, 1965; 1969).

In der Tat konnte VASSILEV (1962) phlebographisch bei Trägern linksseitiger Varicocelen eine mesenterico-aortale Stagnation des Röntgenkontrastmittels mit Reflux zur linken Niere und teilweisem Abfluß über periphere Kollateralen darstellen. Er konnte weiter wie auch BERNHARDI (1947); DZIALIAS (1949); BRODNY et al., (1955); LEGER et al., (1957); GÖSFAY (1959) zeigen, daß die Phlebektasie sich nicht auf den Plexus pampi-

niformis beschränkt, sondern sich bis zur Vena renalis sinistra erstreckt.

Damit wird die zentrale Bedeutung der Abflußstörung am proximalen Ende der Vena spermatica interna deutlich genug, um auch die Sinnlosigkeit der alten lokalen operativen Behandlungsmethoden, wie Teilresektion des Scrotum, hohe Fixation des Samenstranges, Resektion oder Ligatur des Plexus pampiniformis oder eines Teiles desselben, lokale Injektion von Verödungsmitteln, evident zu machen. Aber neben der Sinnlosigkeit ist es noch mehr die bereits dargelegte Gefährlichkeit dieser Verfahren, die Grund für deren leider offenbar noch nicht überall erfolgte Ächtung sein sollte.

Dem Seitenunterschied in diesen zentral gelegenen wahrscheinlichen Ursachen der Abflußstörung der Venæ spermaticae entsprechen auch am besten die bereits erwähnten Seitenunterschiede in deren peripherer Manifestation als "idiopathische" Varicocele. So schätzt z.B. HORNSTEIN (1964) den Anteil des Befalls allein der linken Seite auf etwa 90%. Er wies anhand entsprechender Literaturangaben besonders auf die Notwendigkeit hin, bei einem allein rechtsseitigen Auftreten nach retroperitonealen Tumoren oder Nierengeschwülsten zu fahnden. Später fanden HAENSCH und HORNSTEIN (1968) unter 116 Patienten in 82 Fällen (70,7%) eine Ausprägung der Varicocele nur links, in 27 Fällen (23,3%) beiderseits und in 7 Fällen (6%) nur rechts. Diese

Befunde entsprachen denen von MEYHÖFER und WOLF (1960), die unter 120 Varicocelenpatienten 88 linksseitige, 11 rechtsseitige und 21 beiderseitige gefunden hatten, sowie von SCHIRREN und KLOSTERHALFEN (1966) die unter 234 Patienten die Varicocele 193 mal (82,5%) links, 36 mal (15,4%) beiderseits und 5 mal (2,1%) rechts gesehen hatten. Unsere eigenen Resultate - unter 558 bei Erstuntersuchungen festgestellten Varicocelenträgern, also teils ohne Aussonderung "symptomatischer" Varicocelen, 412 mit Lokalisation auf der linken, 6 auf der rechten und 140 auf beiden Seiten - erbringen demgegenüber keine neuen Gesichtspunkte.

Die Feststellung SPOTOFT's (1942), daß die Varicocelenbildung stets im "vorderen" Anteil des Plexus pampiniformis - also nach unserer Auffassung dem eigentlichen Venae spermaticae internae zugehörigen Plexus pampiniformis - beginnt, entspricht ebenfalls den angeführten Vorstellungen über die Pathogenese der Varicocele. Dem stehen nun allerdings die erwähnten Befunde von HANLEY und HARRISON (1962) entgegen. Wir können aufgrund der zu geringen bisherigen Erfahrungen es noch nicht wagen, zu entscheiden, ob hier ein völlig anderer primär von den Cremastervenen ausgehender Varicocelentyp - dessen klinische Abgrenzung gegenüber der Phlebektasie der Venae spermaticae internae durchaus schwierig sein könnte - vorliegen kann, oder ob evtl. auch eine "gestörte Anastomosenfunktion" (HORNSTEIN, 1964) aufgrund von Veränderungen der Venae spermaticae inter-

nae Ektasien der Cremastervenen mit sich bringen kann oder umgekehrt.

Die Verbindungen der an der Versorgung der männlichen Keimdrüse beteiligten Venen, vor allem in der "Gefäßarkade des Nebenhodens" (vgl. auch Abb. 1), sind bereits an anderer Stelle (bes. S. 110-123 und 149-162) besprochen worden. Diese Verbindungen sind mehr oder weniger maßgebend für die gegenseitigen Vertretungs- und Beeinflussungsmöglichkeiten der einzelnen Venenstämme. Mitteilungen über weitere, vor allem weiter proximal gelegene, Anastomosen sind, zumindest soweit sie sich auf mehr als kapilläre Verbindungen beziehen, zurückhaltend zu beurteilen. So meinen wir z.B. aufgrund eigener Präparationsbefunde die Existenz der suprapubischen Anastomosen zwischen linkem und rechten Plexus pampiniformis (EL-SADR und MINA, 1950), deren eventuelle Bedeutung für die Entstehung beiderseitiger Varicocele noch HAENSCH und HORNSTEIN (1968) diskutierten, anzweifeln zu können. Ebenso sind stärkere Anastomosen zwischen dem Plexus pampiniformis, Cremastervenen bzw. Venae spermaticae externae und Vena pudendalis externa (HANLEY und HARRISON, 1962, bzw. ROBB, 1954) nicht vorhanden. Möglicherweise beruhen diese Beschreibungen großenteils auf Fehldeutungen angiographischer Befunde mit Überlagerungen der Röntgenshatten von Teilen des Plexus pampiniformis und Zweigen der Venae spermaticae externae oder Venae ductus deferentis oder auch mit Übertritt des Kontrastmittels in die an-

deren Venen durch die beschriebenen Anastomosen im Bereich der "Gefäßarkade". Ganz sicher läßt sich dieser Entstehungsmodus für die unzutreffende Vorstellung, daß sich Venae spermaticae internae und Venae ductus deferentis im Plexus pampiniformis sammeln (HANLEY und HARRISON, 1962). Die Vasa ductus deferentis lagern sich zwar wie der Ductus deferens selbst dem Gefäßkegel des Hodens peripher an, verbinden sich jedoch in diesem Bereich niemals mit dessen Venengeflecht.

Die Zirkulationsstörungen des Hodens bei Varicocelenträgern bedingen zwar nicht spezifische, aber doch recht charakteristische pathologische Spermiogrammveränderungen als diagnostisch erfaßbares Substrat der Fertilitätsstörung (HAMMEN, 1944; JEFFCOATE, 1946; TYLER, 1951; MAC LEOD und GOLD, 1951; RUSELL, 1954; DAVIDSON, 1954; TULLOCH, 1955; YOUNG, 1956; HANLEY, 1956; 1962; SCOTT, 1959; 1960; bzw. SCOTT und YOUNG, 1962; HEINKE und DOEPFNER, 1960; BOHNSTEDT, 1961 und 1965; MEYHÖFER und WOLFF, 1961, SCHIRREN, 1961; 1965; NIKOLOWSKI, 1962; RABOCH et al., 1962, MACLEOD, 1962; 1965; 1969; HORNSTEIN, 1964; DAVIS et al., 1965; BROWN et al., 1967, HAENSCH und HORNSTEIN, 1968; HAENSCH, 1968, MEYHÖFER, 1968; NIKOLOWSKI, 1968; AFFLERBACH et al., 1968). Bei den selbst untersuchten Patienten ergaben sich eindeutige pathologische Befunde bei der Spermaanlyse in etwas weniger als 2/3, davon bei fast allen Trägern doppelseitiger Varicocelen. Es ergaben sich praktisch keine wesentlichen neuen Gesichtspunkte gegenüber früheren

Untersuchungen, in denen sich neben einer Verminderung der Spermienzahl und Spermiedichte (vgl. z.B. MEYHÖFER und WOLF, 1960; SCHIRREN und KLOSTERHALFEN, 1966; HAENSCH und HORNSTEIN, 1968) bis zu gelegentlichen Aspermien und neben einer fraglichen Tendenz zu erhöhten Ejaculatvolumina (Zusammenstellung bei HAENSCH und HORNSTEIN) sowie Störungen der Reifung und Ausdifferenzierung der Spermien (vgl. vor allem MACLEOD, 1962; 1965; 1969) als typischster Befund immer wieder eine wechselnd stark ausgeprägte Asthenospermie findet (Zusammenstellungen bei HORNSTEIN, 1964, sowie AFFLERBACH et al., 1968). Diese Asthenospermie und deren postoperative Besserung scheint für die Beeinträchtigung und die Wiederherstellung der Fertilität bedeutender zu sein als die Spermiedichte (MACLEOD, 1969). Bereits HORNSTEIN (1964) schloß aus der Störung der Ausreifung und Motilität der Spermien auf eine Schädigung auch der Funktion des Nebenhodens bei Varicocelenträgern.

Morphologische Untersuchungen des Nebenhodens bei Varicocelenträgern liegen jedoch bisher nicht vor. Die Möglichkeit dazu dürfte auch nur in Ausnahmefällen bei bekannter entsprechender Vorgeschichte aus Autopsiematerial oder Operationspräparaten gegeben sein, zumal eine Varicocele postmortal äußerlich, vor allem wegen mangelnder Füllung, nicht erkennbar ist. Biopsien aus dem Nebenhoden sind wegen des nur einfach angelegten Kanälchensystems unter Berücksichtigung des Grundsatzes "nil nocere" (vgl. HUNDEIKER und v. MULERT, 1966; HUNDEIKER

und BERGER, 1967) nicht zu rechtfertigen.

Eingehend untersucht sind dafür die nach langem Bestehen von Varicocelen eintretenden pathologischen Veränderungen des Hodenparenchyms. Sie können gelegentlich bis zum Schwund des Keimepithels, vereinzelt anscheinend sogar bis zur vollständigen Tubulusverödung führen (vergl. MEYHÖFER und WOLF, 1961; RABOCH und ZAHOR, 1961; DAVIS et al., 1965; ETRIBY et al., 1967). SCOTT (1959; 1960; 1961; 1962) fand vor allem eine Hypospermatogenese, vereinzelt auch einen Spermatogenesestillstand in Höhe der Spermiocten II oder der Spermatiden. Einige Autoren (BOHNSTEDT, 1961; MEYHÖFER und WOLF, 1961; RABOCH und ZAHOR, 1961) beobachteten auch eine Vermehrung der Leydigischen Zwischenzellen. Diese tritt nach BOHNSTEDT (1961) bei schweren Parenchymschäden auf (vgl. auch ITURIZZA und IRUSTA, 1969 beim experimentellen Kryptorchismus) und kann mit zunehmender Fibrosierung auch der Tubuluswand einhergehen.

In der Folge wurde vor allem von HORNSTEIN (1964) ein relativ charakteristisches Bild des varicocelenbedingten Hodenparenchymschadens herausgearbeitet. Dabei sind einige histologische Befunde interessant im Hinblick auf Hypothesen über die Pathogenese dieser Veränderungen, die HORNSTEIN unter dem Begriff "Orchidopathia e varicocele" zusammenfaßt.

Dabei ist eine Dilatation und pralle Blutfüllung der Venen auffällig. Das interstitielle Gewebe erscheint zunächst von einem eiweißreichen Oedem durchtränkt.

Bei längerem Bestehen der Venenstauung kommt es allmählich zu einer kollagenen Fibrosierung, in die auch die Leydigischen Zwischenzellen einbezogen werden. Neben dieser Fibrosierung kann andererseits auch eine "kompensatorische" Hyperplasie der Leydigzellen auftreten. Regressiv veränderte Leydigzellen finden sich häufig in nächster Nachbarschaft atrophischer Tubuli contorti - Auch die Gefäßwände, besonders die der Venolen und kleinen Venen, erleiden einen Umbau mit Sklerosierung von Intima und Media. Die ganze Wand kann von der Sklerose betroffen werden. Die Wände der Arteriolen zeigen eine "hyaline Adventitiasklerose", die allerdings für sich nur ein unspezifisches Symptom einer interstitiellen Hodenparenchymschädigung darstellt (HORNSTEIN); wir konnten ähnliche Veränderungen auch im Hoden antiandrogenbehandelter Patienten finden (HUNDEIKER und BREHM, 1969). Die Veränderungen der Gefäße und des Interstitium führen zur Degeneration und schließlich zur Atrophie der Tubuli contorti.

Eine Leydigzellhyperplasie in einem Hoden tritt üblicherweise vor allem dann auf, wenn (vgl. z.B. PAUFLER und FOOTE, 1969) auch der andere Hoden nicht intakt ist. In dieser Hinsicht wäre eine Untersuchung speziell der Leydigischen Zwischenzellen bei ein- und doppelseitigen Varicocelen an einem größeren Material von Interesse; vielleicht könnten sich dabei Hinweise zur Frage des Anteils von Gefäß- und Gefäßwandfaktoren und von thermischen Einflüssen bei der Parenchymschädigung er-

geben. Zu groß ist die Aussicht jedoch nicht. Allgemein ergaben sich bei Varicocelenpatienten bisher fast stets seitengleiche Hodenbiopsiebefunde (HORNSTEIN, 1964).

HORNSTEIN (1964) bzw. HAENSCH und HORNSTEIN (1968) diskutierten auch eingehend die dieser Hodenparenchymschädigung möglicherweise zugrundeliegenden pathologischen Faktoren. Hierunter zeichnen sich zwei Hauptanteile ab: Erstens die Folgen der venösen Rückstauung, zweitens diejenigen einer im Zusammenhang mit den Durchströmungsänderungen im Plexus pampiniformis gestörten Thermoregulation.

Im Hinblick auf die venöse Rückstauung hat MACLEOD (1965) eine interessante Arbeitshypothese aufgestellt: Ausgehend von den - im Vorhergehenden aufgeführten - angiographischen Untersuchungen, die nicht nur einen Rückstau, sondern sogar einen Reflux von der Vena renalis zur Vena spermatica erkennen ließen, und von dem anatomischen Befund der Einmündung einer Nebennierenvene gegenüber der linken Vena spermatica interna in die Vena renalis sinistra erörterte er die Möglichkeit, daß aus der linken Nebenniere stammendes Venenblut, angereichert mit Corticosteroiden, zusammen mit Stoffwechselprodukte der Niere enthaltendem Blut retrograd dem linken Hoden zufließen könnte. So wäre durchaus eine hormonelle oder auch toxische Schädigung des Hodenparenchyms denkbar. HAENSCH und HORNSTEIN (1968) verweisen in diesem Zusammenhang auf Ähnlichkeiten im

Spermiogramm bei varicocelenbedingten Fertilitätsstörungen und bei Intoxikationen.

Eine Intoxikation ist jedoch schon allein aus der örtlichen Zirkulationsstörung ableitbar. Der mangelnde Abfluß des Venenblutes bringt eine Beeinträchtigung des gesamten Blutdurchflusses mit vermehrter Sauerstoffausschöpfung, Hypoxaemie und schließlich Gewebshypoxie und Anhäufung von Stoffwechselprodukten zwingend mit sich.

Neben der Möglichkeit einer toxischen Schädigung wurde besonders von HORNSTEIN (1964) auch diejenige Möglichkeit hervorgehoben, daß die Stauung der erweiterten venösen Gefäße zu einem eiweißreichen Oedem führt, wie er es in zahlreichen Hodenbiopsien fand, und daß dieses Oedem seinerseits eine weitere Verschlechterung der Zirkulationsverhältnisse mit sich bringt. Die weitere Entwicklung soll dann vom interstitiellen Oedem bis zur "Oedemsklerose" des Interstitium führen. Die Sklerose des Interstitium bedingt dann die irreversible Versorgungsstörung der Tubuli contorti.

Diese Gedankengänge sind einleuchtend, wenn auch die von HORNSTEIN 1964 noch erwogenen Vorstellungen von RÖSSLE (1934; 1935; 1943) und EPPINGER (1942) über eine "acelluläre" Oedemsklerose heute kaum noch diskutabel sind. Sie sind aber an dieser Stelle durchaus entbehrlich. In den eigenen histologischen wie elektronenmikroskopischen Präparaten und sicher bei eingehender Durchmusterung in den Hodenbiopsien jedes Untersuchers -

zeigt sich das Interstitium so reich an Fibroblasten, daß Spekulationen über eine Fibrosierung ohne deren Beteiligung überflüssig sein dürften.

Die Beobachtungen von WENZEL (1967) nach Blockade des Lymphabflusses bei Versuchstieren zeigen eindeutig, daß eine "Oedemsklerose" des Hodens in der beschriebenen Form möglich ist. Dabei ist auch noch zu berücksichtigen, dass das interstitielle Gewebe - nicht nur mechanisch, sondern auch durch hormonelle Einflüsse der Zwischenzellen - seinerseits wieder die Kapillaren und deren Permeabilität beeinflusst. Befunde von KORMANO (1967) zeigen dies eindeutig. Generell scheinen umfangreiche Wechselwirkungen zwischen den Kapillarwandelementen, denen offenbar teilweise eine "Schwellenfunktion" zukommt, und den Leydigischen Zwischenzellen bei den verschiedensten Einflüssen deutlich zu werden (vgl. besonders KORMANO, 1967 bzw. KORMANO et al., 1968; NIEMI et al., 1962 bzw. NIEMI, 1964, sowie an anderen Modellen v. DEIMLING et al., 1964). Die große Breite der Leydigischen Zwischenzellen an Reaktions- und Entwicklungsmöglichkeiten und ihre Morphologie unter verschiedenen Bedingungen (vgl. MANCINI et al., 1952; BAILLIE, 1964; BIGNARDI und AURELI, 1964; KOUDSTAAL et al., 1967; BELT und CAVAZOS, 1967; DE KRETZER, 1968; HAMACHER, 1968; DUFOUR et al., 1968; BLACK und CHRISTENSEN, 1969) und ihr Verhalten bei Zerstörung und Regeneration nach Cadmiumnekrose (KNORRE, 1968; HUNDEIKER, 1970) lassen die Verwandtschaft der Zwischenzellen zu Bindegewebelemen-

ten und eine Beteiligung derselben an der Faserbildung nicht unmöglich erscheinen. Im Hinblick auf die Veränderungen bei lange bestehenden Varicocelen muß jedoch immer noch die Frage nach der Spezifität der gefundenen morphologischen Ausprägungsform der Sklerose offenbleiben (vgl. HUNDEIKER und BREHM, 1969). Darüberhinaus haben alle nur von den direkten Folgen des venösen Rückstaus ausgehenden Hypothesen über die Genese dieses Hodenparenchymschadens einen Punkt gemeinsam, in dem sie angreifbar sind: Sie erklären nicht ausreichend die Doppelseitigkeit der Veränderungen.

Anders ist das bei der durch den gestörten Venenabfluß bedingten Thermoregulationsstörung, die von zahlreichen Autoren für die Schädigung des Hodenparenchyms bei Varicocelenträgern verantwortlich gemacht wird. Nachdem bereits vor Jahrzehnten eine Reihe vorwiegend europäischer Autoren (KART, 1922; CREW, 1922; HETT, 1923; HARRENSTEIN, 1928; ROEMMELE, 1928; SCHWEIZER, 1929; TEN CATE et al., 1933; LAGERLÖF, 1934; GUTZSCHEBAUCH, 1935; DICK, 1937; HARTIG, 1954) im Aufbau des Scrotum die Grundlage für ein Thermoregulationssystem erkannt hatten, hat in der letzten Zeit diese Erkenntnis auf dem Umweg über experimentelle Untersuchungen angelsächsischer Autoren, insbesondere HARRISON und WEINER (1948) bzw. HARRISON (1949) auch zunehmend in der kontinentaleuropäischen klinischen Literatur Verbreitung gefunden.

ESSER (1932) und, mit sehr ähnlichen Methoden und Ergebnissen, HARRISON und WEINER (1948) maßen auch tatsächlich relativ große Temperaturunterschiede zwischen der Bauchhöhle und dem Scrotum bzw. den Testes bei verschiedenen Säugetieren. Sie bestätigten damit teilweise noch frühere Ergebnisse von HART (1922), FUKUI (1923), MOORE und QUICK (1923) und ROEMMELE (1928). WOLFRAM (1942) hob besonders die gute Wärmeleitfähigkeit der fettarmen Scrotalhaut hervor. Auch die TÄTIGKEIT der Cremastermuskulatur und der Tunica dartos im Zusammenhang mit der oft beträchtlichen Oberflächenvergrößerung der Haut wurden für eine "kühlmantelartige" (DICK, 1937) Funktion des Scrotum angeführt.

Zudem hatten FUKUI (1923), MOORE und OSLUND (1923), MOORE und CHASE (1923), MOORE (1924), PHILLIPS und McKENZIE (1934), GÜNSEL (1949), bei Anwendung lokal erhöhter Temperatur oder Wärmeisolierung des Scrotum eine Degeneration der Keimepithelien festgestellt. WAITES (1962) fand sogar bei Widdern unter lokaler Hyperthermie des Scrotum eine nicht von einer allgemeinen Bluterwärmung abhängige reflektorische Polypnoe. HORNSTEIN (1964) machte, hiervon ausgehend, auf die Erschlaffung der Tunica dartos im tiefhängenden oberflächenvergrößerten Scrotum bei Varicocelenträgern aufmerksam und auf die Unzweckmäßigkeit der früher vielgeübten Behandlung durch Suspensorien, welche infolge zusätzlicher Behinderung der Abdunstung den Schaden verschlimmern muß. Er bezeichnet sie deswegen sehr zu Recht als Kunstfehler.

HART (1922), HETT (1923) sowie STIEVE (1923; 1925) fanden, teils reversibel, Störungen der Spermatogenese auch bei allgemein erhöhter Temperatur. LASOWSKY bestätigte 1931 noch einmal die Ergebnisse STIEVE's. Bei dieser Art des experimentellen Vorgehens ist allerdings nicht ganz auszuschließen, daß Rückwirkungen einer allgemeinen Schädigung am Zustandekommen der Spermatogenesestörung beteiligt gewesen sein könnten. Immerhin ist es bemerkenswert, daß LASOWSKY bei Mäusen im Winter eine viel größere Empfindlichkeit fand als im Sommer.

Unter physiologischen Verhältnissen soll nach HARRISON bzw. BADENOCH (1945), DAVIDSON (1954) die Temperaturdifferenz zwischen Scrotum und Abdomen etwa 2°C betragen. Bei manchen Säugetieren scheint sie noch höher zu sein. DAHL und HERRICK (1959) fanden beim Hund durchschnittlich 3°C , WAITES und MOULE (1960) beim Widder $5,2^{\circ}\text{C}$ - HARRISON (1949) sogar 13°C , welchen Wert allerdings bereits HORNSTEIN (1964) anzweifelt.

Aus alledem ergibt sich, daß eine gegenüber der Abdominalhöhle im Scrotum niedrigere Temperatur physiologischerweise regelmäßig vorhanden und für die Aufrechterhaltung einer normalen Spermatogenese notwendig ist. Thermoelektrische Messungen von HANLEY (1956) bei Varicocelenträgern hatten nun ergeben, daß dieser Temperaturunterschied zwischen Scrotum und (statt der Bauchhöhle) Rectum fast gänzlich aufgehoben sein kann. Bisweilen fand sich in diesen Untersuchungen eine Verringerung der Temperaturdifferenz bis auf $0,1^{\circ}\text{C}$. RIVO und ROCK (1965)

sowie TESSLER und KRAHN (1966) stellten jedoch in der letzten Zeit alle diese Ergebnisse wieder in Frage. Die erstgenannten beiden Autoren maßen bei zwei Varicocelenpatienten subnormale Scrotaltemperaturen. TESSLER und KRAHN verglichen mit in die freigelegten Hoden und in das Gewebe der Oberschenkelinnenseite eingeführten Thermosonden die Gewebstemperatur. Sie fanden bei 14 linksseitigen Varicocelenträgern und 7 Probanden ohne Varicocelen gleichermaßen keine Temperaturdifferenzen zwischen rechtem und linken Hoden und in beiden Gruppen gleichbleibend eine an der Oberschenkelinnenseite etwas über 1°C höhere Temperatur als in den Hoden. Hierbei erscheint es uns jedoch fraglich, ob die gemessenen Werte nicht durch die vorausgegangenen operativen Prozeduren und durch darauffolgende reflektorische Durchblutungsänderungen beeinflusst sind. Außerdem erlaubt die Temperatur der Oberschenkelinnenseite auf diejenige der Bauchhöhle - aber allein die Differenz zwischen Bauchhöhlen- und Testestemperatur ist für die Frage der gestörten oder ungestörten Thermoregulation der Hoden maßgebend - keine Rückschlüsse.

Der besondere Aufbau des Scrotum, auf den im vorherstehenden eingegangen wurde, ist jedoch nur ein Teil der thermoregulatorischen Einrichtungen zur Aufrechterhaltung der Hodenfunktion und für sich allein ineffektiv. Im Zusammenhang mit den Untersuchungen von HANLEY und HARRISON (1962) würde bereits eine Abflußstörung der peripheren Scrotalvenen, besonders der Vena

spermaticea externa s. cremasteria, eine vertretbare Erklärung für eine Störung des Wärmeaustausches geben. Geht man jedoch von den bei der Diskussion des asymmetrischen Auftretens der Varicocelen besprochenen Gesichtspunkten aus, muß man die wesentlichen Organe des Wärmeaustausches im Bereich der Arteriae und Venae spermaticae internae suchen. Damit finden die besonderen bereits bei der Beschreibung der Arteria spermatica und des Plexus pampiniformis erwähnten Einrichtungen im Bereich der Gefäßranke des Hodens eine funktionelle Erklärung. Sie sollen im folgenden im Zusammenhang besprochen werden.

III. 12: Das Gefäßconvolut der Vasa spermatica als Ganzes

Zahlreiche Autoren beschäftigten sich mit den einzelnen Komponenten des Gefäßconvolutes, ohne sie im funktionellen Zusammenhang mit dessen anderen Bestandteilen zu sehen. Besonders die Arterienranke der Arteria spermatica interna war häufig Objekt von Spekulationen über ihre funktionelle Bedeutung. LUSCHKA (1864) erklärte sie als eine Einrichtung, die die Arterie befähigte, ihr Kaliber beizubehalten, wenn der Hoden von seiner höchsten zu seiner tiefsten Lage im Scrotum herabsteige. MARTIN (1912-1923) meinte, bei Änderung des Blutdruckes würde die Knäuelung der Arterie mehr oder weniger stark und dadurch die Durchströmung reguliert. THOMA (1919) stellte sich die Rankenbildung als eine sekundäre Erscheinung vor, bedingt durch ein Wechselspiel zwischen Biegung, einem an der Krümmungsaußenseite infolge Dehnung

auftretender Wachstumsreiz und dadurch weiter wieder verstärkter Krümmung. Bei dem Beginn der Gefäßbiegung wird die Cremasterbewegung als auslösendes Moment hingestellt. Die Krümmungen sollen zunehmen, bis sie eine Stütze an der Umhüllung des Samenstranges finden.

ANDRES (1927) hielt diesen eigenartigen Vorstellungen entgegen, daß man bei den praktisch "samenstranglosen" Säugetieren, z.B. manchen Nagern, die Schlängelung ja gar kein Ende finden dürfte. Nach ANDRES wäre es im Hinblick auf die "lange Arterie" von Interesse, die Verhältnisse auch bei Säugern ohne völligen Descensus testicularum, z.B. manchen Monotremata und Insectivora, zu untersuchen. Hier verbleibt der Hoden nahe dem Ort seiner Entwicklung.

Bei Amphibien und Sauropsiden gibt es weder eine "lange Arterie" noch eine nennenswerte Rankenbildung. Vielfach wird die Verlängerung der Arteria spermatica einfach als Folge des Descensus testicularum angesehen. Die überschüssige Schlingenbildung erklärt sich damit jedenfalls nicht. SCHWEIZER (1929) kehrte nun diesen Zusammenhang um und sah den ganzen Sinn des Descensus in der Erreichung einer Verlängerung der Arteria spermatica interna. Er meinte, die Spermatogenese erfordere eine "langsame Zirkulation", deshalb sei eine solche verlängerte Arterie mit hohem Widerstand vorgeschaltet. Diese bewundernswerte "strömungstechnische Naivität" ergänzte SCHWEIZER noch dadurch, daß er den Leydigischen Zwischenzellen die Funktion einer Regulation der Blutströmung zuwies.

Daß der Strömungswiderstand in einer verlängerten und geschlängelten Arterie sich erhöht, trifft allerdings im Prinzip zu, wie auch schon BEUTLER (1922) hervorhob, der zur Injektion der Arteria spermatica interna beim Eber, wo das Convolut besonders stark ausgeprägt ist, mehr Druck als bei anderen Tieren aufwenden mußte. Allerdings muß man gerade bei der Frage des Widerstandes (vgl. auch LANG und NORDWIG, 1966; LASZT, 1968) auch die komplizierten regulatorischen Mechanismen im Arterienconvolut in Rechnung stellen; sie sollen im folgenden noch besprochen werden. HARRISON (1949) fiel auf, daß nach Unterbindung der Arterie deren Schlingung sich zu verringern schien. Bereits BIMAR (1888) erkannte den engen Zusammenhang von Arterienranke und Plexus pampiniformis, ebenso wie JARISCH (1888), der angab, die Arterie sei schwer zu isolieren, weil sie im Plexus pampiniformis "wie von einem Futteral" umfaßt werde. Wohl als erste suchten LUDWIG und TOMSA (1862) in dieser Anordnung eine funktionelle Bedeutung. Sie meinten, die Venen würden durch die Ausspannung zwischen den Windungen der Arterie offengehalten, solange diese unter normaler Spannung mit Blut gefüllt und dadurch auseinandergetrieben seien. Außerdem würden die Venen durch die Aufteilung im Plexus pampiniformis und die feste Verbindung mit der Arterie und dem Bindegewebe vor Ausdehnung durch den hydrostatischen Druck geschützt. Dies um so mehr, als die Druckbelastung der Wände pro Flächeneinheit in den englu-

migen einzelnen kleinen Venen geringer sei als bei weniger weiten Gefäßen. 1949 fand HARRISON, daß das profuse Venennetzwerk um die Schlingen der Arteria spermatica an Schwellgewebe erinnere. HARRISON sah wahrscheinlich als erster in der engen Beziehung zwischen zu- und abführenden Gefäßen das funktionell Wesentliche an der Rankenbildung. Er verglich den Aufbau des Gefäßconvolutes mit einem Rückstromkühler.

Diese Auffassung, daß die komplizierte und umfangreiche Architektur des Gefäßconvolutes ein Organ des Wärmeaustausches sein müsse, wird noch weiter gestützt durch eine analoge Entwicklung bei Marsupialiern. Hier ist nicht wie bei den übrigen Säugetieren mit Scrotalhoden eine vom Plexus pampiniformis umflochtene Arterienranke entwickelt (HARRISON, 1949; SETCHELL und WAITES, 1969), sondern die Arteria spermatica interna teilt sich in eine große Zahl kleinerer Gefäße auf, die sich mit den dem Plexus pampiniformis entsprechenden Venenzweigen verflechten und danach vor dem Eintritt in den Hoden wieder zu einem Stamm vereinigen.

In der Tat zeigt sich bei Betrachtung eines Längs- oder Querschnittes eines derartigen Gefäßconvolutes (vgl. Abbildungen) ein Aufbau desselben, der vor allem anderen den Gedanken an ein Organ des Wärmeaustausches nahelegt (siehe auch WAITES und MOULE, 1960; 1961; HUNDEIKER, 1961; HUNDEIKER und KELLER, 1963). Die Schlängelung der Arterie und ebenso die Aufzweigung der Venen in ein enges Geflecht kleiner Gefäße bedin-

gen auch eine sehr erhebliche Oberflächenvergrößerung. Diese in Verbindung mit der engen Durchflechtung - ein Plastoidausguß des Plexus pampiniformis z.B. vom Rind läßt in dem dichten Venenschwamm den darin eng ausgesparten Verlauf der Arteria spermatica interna lückenlos verfolgen - erlaubt einen sehr intensiven Temperatúrausgleich. Hinzu kommen noch die Wirkungen der peripheren Ausbreitung von Arterien und Venen am Hoden und die zusätzliche periphere Auflagerung der Lymphgefäße.

Daß bei einer Varicocele der Arteria spermatica interna - von dem von HANLEY und HARRISON beschriebenen Typ einmal abgesehen - der Wärmeaustausch erschwert wird, ergibt sich sowohl aus dem gestörten Ab- und damit verminderten Durchfluß, als auch aus der relativen Oberflächenverkleinerung und Stromverlangsamung der erweiterten Gefäße. Die Einordnung der varicocelenbedingten Hodenschäden unter "Einflüsse durch Wärme von innen" im Ergänzungswerk des JADASSOHNschen Handbuches durch DOEPFNER (1960) ist also wohlbegründet. Zugleich zeigt sich hier nochmals, warum lokale operative Verfahren zur Varicocelenbehandlung im Plexus-pampiniformis-Bereich von vornherein zur Sinn- und Wirkungslosigkeit verurteilt sind: sie können niemals den einmal gestörten physiologischen Aufbau wiederherstellen, während bei den Verfahren der "hohen Unterbindung" wenigstens ein teilweiser Ersatz durch die geringer ausgeprägten Convolutions- und Geflechtbildungen der Vasa ductus deferentis möglich sein kann.



Abb. 35: Längsschnitt durch den oberen Hodenpol und den distalen Anteil des Plexus pampiniformis beim Stier. Paraffinschnitt 16 μ , Trichromfärbung nach Goldner. - Im mittleren Bildanteil ist die Ausmündung des Corpus highmori aus dem Hodeninneren angeschnitten. Darüber sowie an beiden Seiten in der Tunica albuginea sammeln sich größere Lymphstämme, die an der Peripherie den Plexus pampiniformis begleiten. Vergr. 2:1

Während die thermoregulatorische Funktion des Gefäßconvolutes der Vasa spermatica interna wohl als gesichert gelten kann, sind auch einige andere Vorstellungen über die Bedeutung dieses Gebildes teilweise einer Diskussion wert. HOFMANN (1960) schreibt zusätzlich der Pulswelle der Arteria spermatica - die nach seiner Auffassung im Convolut nicht verloren gehen soll - eine fördernde Wirkung auf den Abfluß der eng die Schlagader umspinnenden Venen des Plexus pampiniformis zu.

Darüberhinaus dienen nach seiner Ansicht die Rankenbildungen der Arterien der "Stromverlangsamung des Blutes zum Zwecke der Drucksenkung und damit der Regulierung des Binnendruckes im Hoden". Diese Vorstellung einer Binnendruckregulierung vor allem durch die Gefäßfüllung erscheint bei Berücksichtigung des Fehlens irgendwelcher den Abfluß regelnden Sperrmechanismen zweifelhaft. In letzter Zeit wird sie durch die Kenntnis kontraktile Elemente in der Tunica albuginea (z.B. HOLSTEIN und WEISS, 1967) und sogar in der Wand der Tubuli contorti (z.B. ROSS, 1967; SUVANTO und KORMANO, 1970) weiter der Kritik ausgesetzt. Wir konnten derartige morphologisch und auch ultrastrukturell glatten Muskelzellen zumindest ähnliche Elemente in der Kanälchenwand auch beim Menschen häufig finden, und zwar ergab sich der - noch nicht ausreichend gesicherte - Eindruck einer Vermehrung dieser Elemente bei Biopsien von Patienten mit Verschlusaspermie.

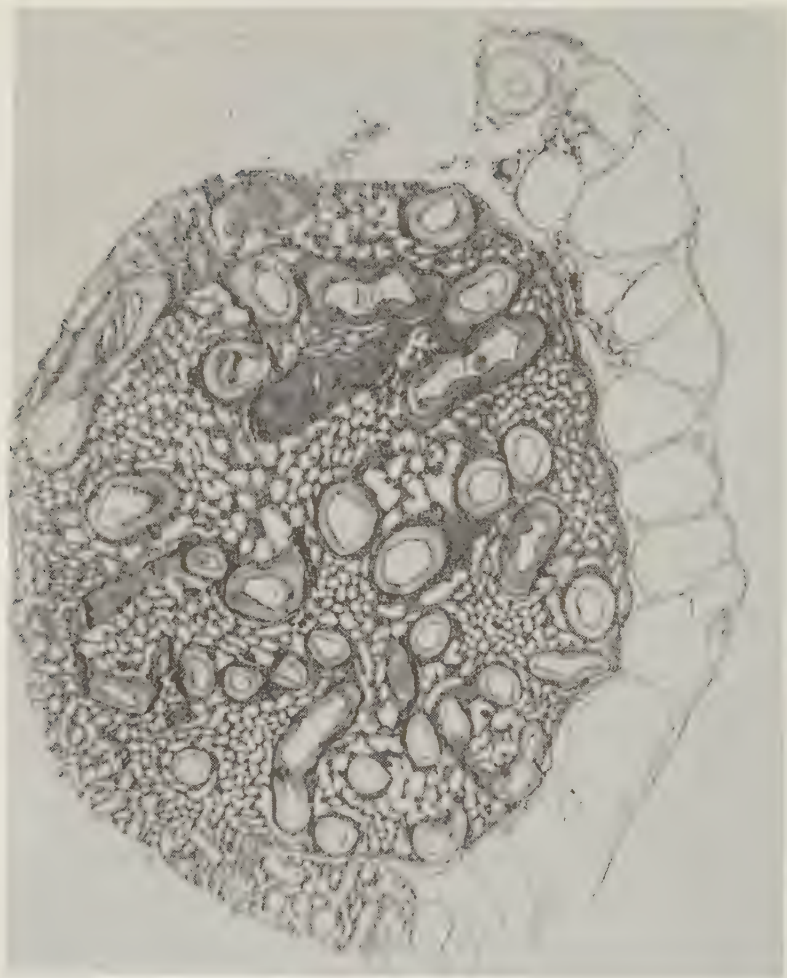


Abb. 36: Querschnitt durch das Gefäßconvolut des Stierhodens. Die Windungen der Arterie sind in das Venengeflecht des Plexus pampiniformis (kleine Lumina) eingebettet. Die Lymphgefäßstämme (nur rechts erhalten) sind, zusammen mit Ductus deferens und Vasa ductus deferentis, dem Gefäßkegel außen aufgelagert. Vergr. 3:1

Was eine "Verlangsamung der Strömung" mit dem Druck zu tun haben soll, ist physikalisch schwer verständlich. Diese - niemals wirklich nachgewiesene - Stromverlangsamung der Arterie im Rankenconvolut wurde bereits von SCHWEIZER (1929) als für die Spermatogenese notwendig bezeichnet. Inwiefern ein sehr stoffwechselaktives Gewebe aus einer "langsamen Zirkulation" - also einer schlechteren Versorgung - Vorteil ziehen sollte, ist schwer begreiflich. Gleichwohl nimmt HOFMANN (1960) dies offenbar als selbstverständlich an. Noch HORNSTEIN (1964) erwähnt diese "langsame" Zirkulation. Sie ist theoretisch unmöglich. Ohne eine Vergrößerung des Querschnittes kann ein Gefäß nicht hinter einer Anhäufung von Windungen langsamer durchströmt werden als vor derselben - es müßte platzen.

HOFMANN stellte auch Modellversuche an, um seine These der Stromverlangsamung zu stützen. Die Daten seien hier kurz wiedergegeben: HOFMANN maß bei gleichem Ausgangsdruck für den Durchfluß einer gleichen Flüssigkeitsmenge durch einen geraden Schlauch von 16 cm Länge 42 Sekunden, durch einen geraden Schlauch von 450 cm Länge mit 16 cm Gefälle 165 Sekunden und für einen 450 cm langen gewendelten Schlauch mit der gleichen Höhendifferenz 174 Sekunden. Er schloß daraus, daß durch die lange Strecke eine durch die Wendelung noch verstärkte "Verlangsamung" des Blutstromes einträte. Vergleicht man jedoch die von HOFMANN genannten Zahlen, fällt auf, daß einem Längenverhältnis der Gefäße von 1:37 ein Ver-

hältnis der Durchströmungszeiten von nur 1:4,1 gegenübersteht. Die Schlüsse HOFMANN's aus seinen Versuchen können also nicht zutreffen.

Die Verbindung geschlängelter oder gewendelter Arterien mit Venengeflechten kommt jedoch nicht nur an dieser einen Stelle im Organismus vor. Sie muß auch nicht immer nur dem Wärmeaustausch dienen. HAMMERSEN und STAUBESAND (1961) widmen der allgemeinen Problematik solcher sogenannten "Spiralarterien" ein eigenes Kapitel. Sie stellen die bisher bekannten Standorte derartiger Gebilde und eine große Zahl von Autoren, die sich damit beschäftigt haben, zusammen. Sie diskutieren auch selbst deren funktionelle Bedeutung eingehend im Zusammenhang mit den von ihnen im Nierenbecken beschriebenen Spiralarterien, die von Venennetzen eng umflochten sind.

Sie fassen dieselben vor allem als haemodynamische Regulationseinrichtung auf. Ähnliche Befunde konnten v. KÜGELGEN et al. (1959) erheben. Sie betrachteten die enge Verbindung von Arterien und Venen in manchen Teilen des Nierengefäßsystems, ausgehend von der Diskussion der Befunde von JANSSEN und GRUPP (1957) bzw. GRUPP (1956) vor allem unter dem Gesichtspunkt des Wärmeaustausches. Sie diskutierten aber auch die Möglichkeit einer Abflußförderung der Venen durch Übertragung arterieller Pulskräfte (SCHADE, 1933; 1936).

Abgesehen von den bereits gestreiften Vorstellungen HOFMANN's (1960) haben auch andere Autoren Befunde er-

hoben, die die "Spiralarterien" schon für sich allein als haemodynamische Regulationseinrichtungen erscheinen lassen. Durchströmungsversuche (vgl. HARRISON, 1948; 1949; REYNOLDS, 1948; STAUBESAND, 1957) haben ergeben, daß der Grad der schraubenförmigen Windungen eines dünnen Schlauches die Durchflußmenge beeinflußt. Auf Spiralarterien angewendet, bedeutet diese Beobachtung nach STAUBESAND "eine Stütze für die Annahme einer haemodynamischen Funktion".

Für Spiralarterien im Kaninchenovar nahm REYNOLDS (1948) eine "Blutdrucksenkung" infolge ihres sich verengernden Durchmessers, der erheblich verlängerten Gefäßstrecke und der Spiralisierung "an sich" der Gefäße an. REYNOLDS führte in seinen Untersuchungen auch erstmals Erkenntnisse der technischen Strömungslehre an; er berücksichtigte dabei allerdings teilweise nicht, daß die betreffenden Angaben sich auf starre Rohre beziehen und nicht auf ein nicht nur in seinem Elastizitätsverhalten, sondern auch in seinen eigenen aktiven Anpassungs- und Beeinflussungsmöglichkeiten so kompliziertes Gebilde (Zusammenstellungen bei HUNDEIKER, 1965; 1969; 1970) wie eine Arterie.

REYNOLDS leitete aus der Wendelung der Gefäße einen zusätzlichen Reibungswiderstand her. Dieser soll durch die Elastizität der Arterienwand und durch das Pulsieren der Strömung noch verstärkt werden. Das so erreichte - jedoch nie wirklich nachgewiesene! - "beträchtli-

che Absinken des Blutdruckes" soll eine gleichmäßige Verteilung des Blutes im Ovarialstrom ermöglichen.

Wenn bisweilen die Art, in der immer wieder in diesem Bereich aus morphologischen Befunden Schlüsse auf die Funktion gezogen werden, auf den ersten Blick dilettantisch wirkt, muß jedoch hinzugefügt werden, daß dies garnicht anders möglich sein kann. Die ungeheuerere Kompliziertheit des Baues und der aktiven und passiven Beweglichkeit eines derartigen Gefäßes hat bisher noch stets alle Hoffnungen auf eine auch nur entfernte Annäherung an quantitative Arbeiten zunichte gemacht. Auch eigene mehrjährige Versuche, mit physikalischer und technischer Fachunterstützung in der Frage der Funktionsmöglichkeiten von "Spiralarterien" weiterzukommen, bleiben praktisch gänzlich erfolglos. Für die Kompliziertheit des funktionellen Wandbaues der Arterien können die Arbeiten von GOERTTLER (1951; 1953), FISCHER (1951; 1953; 1955; 1959) und PUFF (1960) Beispiele aufzeigen.

SPANNER (1937) dachte an die Möglichkeit, daß Spiralarterien besondere Blutspeicher- und-ausschüttungsvorrichtungen darstellen könnten. Einen derartigen Mechanismus stellte FISCHER (1953 ; 1955) an Hirnarterien dar. FISCHER versuchte die Strömungsverhältnisse in gewundenen Gefäßen mit theoretisch-mathematischen und morphologischen Methoden und in Modellversuchen zu ergründen.

Dabei ergaben sich verschiedene Komponenten, aus denen

sich der Gefäßwiderstand zusammensetzt. Dieser Widerstand ist in einem geraden Gefäß abhängig von Durchmesser und Länge. Eine Vergrößerung des Druckgefälles muß zu einer stärkeren Durchströmung führen. Mit einer Erhöhung des Binnendruckes in einer Arterie wird nun aber auch der Querschnitt derselben vergrößert und damit der Widerstand der Leitung beträchtlich herabgesetzt. Auch aus diesem Grunde müßte die Durchflußmenge ansteigen.

In gekrümmten Rohren ist jedoch noch eine andere regulatorische Komponente wirksam; Der Zusatzwiderstand der Gefäßkrümmer wird mit der Erhöhung des Arteriendruckes und der Strömungsgeschwindigkeit vergrößert, er verringert sich bei gleichbleibendem Krümmungsradius des Gefäßes mit dem Lumen desselben.

Berücksichtigt man nun auch die aktive Regulation durch die Muskulatur der Wand in den gekrümmten Gefäßen mit, ergibt sich folgendes: Bei einer aktiven Verengung des Lumens wird zwar der Strömungswiderstand des Rohres an sich vergrößert, der Zusatzwiderstand der Gefäßkrümmer jedoch gleichzeitig herabgesetzt. Der Gesamtwiderstand setzt sich also wieder aus zwei antagonistischen Komponenten zusammen. Es läßt sich im Einzelfall nicht voraussagen, welche dieser Komponenten am stärksten wirksam wird. - Hinzu kommt, daß bei eigenen Durchströmungsversuchen unter wechselndem Druck am Gefäßconvolut des Stieres auch in geringem Umfang Umlagerung und Radiusveränderung von Gefäßkrümmern beobachtet werden konnte.

Das Fassungsvermögen der "Spiral"arterien wird durch deren verlängerten geschlängelten Verlauf insgesamt erheblich vergrößert. Bei höherem Binnendruck der Gefäße werden sie passiv gedehnt. Damit ist eine Speicherung von Energie verbunden, die bei Nachlassen des Druckes durch das elastisch-muskulöse System der Arterienwand über eine Lumenverengung in eine weitere Inhaltsverschiebung umgesetzt wird.

Hieraus ergibt sich eine weitere Möglichkeit einer funktionellen Bedeutung der Gefäßranke: Eine Durchströmungsregulation durch die komplizierte Widerstandsregelung in den Arterienconvoluten, durch wechselnde Speicherung und Abgabe von Energie im elastisch-muskulösen System der Arterienwände und eventuell auch Dämpfung der Pulswelle durch diese Mechanismen und durch Übertragung der Pulsation auf den Venenplexus, dessen Abfluß hierdurch zugleich gefördert werden könnte (vgl. BARNETT et al., 1958). Eine Dämpfung der Pulswelle vor Eintritt der Arterie in das empfindliche Hodenparenchym wurde bereits mehrfach diskutiert (HUNDEIKER und KELLER, 1963; HORNSTEIN, 1964). Bei den bereits erwähnten von HARRISON (1949) beschriebenen Verhältnissen bei Marsupialiern mit Verzweigung und Wiedervereinigung der Arteria spermatica interna ist sie zwangsläufig als vorhanden anzunehmen. Ein Vergleich gerade mit diesem anders gebauten analogen Organ läßt noch einen weiteren Faktor als Ursache einer derartigen Pulswellendämpfung möglich erscheinen: Interferenzerscheinungen beim Durchlaufen der kompliziert gewundenen Arterie.

IV.: Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Blut- und Lymphgefäßsystem des Hodens und seine Veränderungen unter pathologischen und experimentellen Bedingungen wurden beim Menschen sowie bei größeren (Stier) und kleineren (Ratte) Säugetieren unter Zuhilfenahme makroskopisch-präparatorischer und Injektionsverfahren, mikroskopischer und elektronenmikroskopischer Methoden vergleichend untersucht.

Die Nebenhodenäste der Arteria spermatica interna bilden eine Gefäßarkade mit der Arteria ductus epididymidis. Diese Arkade besitzt meist schwache Verbindungen auch mit den Vasa spermatica externa (cremasterica). Neben kleineren Anastomosen zwischen Nebenhodenkopf- und Hodenarterien bestehen beim Menschen, abweichend von größeren oder kleineren Säugetierhoden, meist zusätzlich starke Verbindungen zwischen der Gefäßarkade und Hodenarterien im Bereich der Cauda epididymidis.

Diese zusätzlichen Arterienanastomosen beim Menschen müssen wahrscheinlich als eine Mitvoraussetzung für die Möglichkeit angesehen werden, bei bestimmten Operationsverfahren zur Behandlung durch Varicocelen bedingter Fertilitätsstörungen auch die Arteria spermatica interna ohne Schaden zu unterbinden.

Aus Nebenhodenästen der Arteria spermatica interna wird ein früher nicht bekanntes besonders Gefäßnetz des Epiorchium gespeist, das, ohne mit ihnen Verbin-

dungen einzugehen, den in der Tunica albuginea sich über das Organ ausbreitenden Vasa testicularia propria oberflächlich überlagert und der Serosa zugeordnet ist. Es geht an den Umschlagsfalten der Serosa in das entsprechende aus den Vasa spermatica externa gespeiste Netz des Periorchium über.

Beim Menschen wie bei den Säugetieren tritt, abweichend von zahlreichen Literaturangaben, die Arteria spermatica interna nach Durchlaufen eines Rankenconvolutes und Abgabe der Nebenhodenäste als Arteria testicularis propria dorsal an den Hoden heran, dringt hier aber nicht in dessen Inneres ein, sondern läuft um den unteren Pol des Organs herum, um sich mit ihren Ästen von ventrocaudal her über seine Oberfläche auszubreiten.

Wegen der bei kleineren Hoden im Verhältnis zum zu versorgenden Organvolumen relativ größeren Oberfläche sind diese Arterienäste in der Tunica albuginea beim Menschen weniger dicht gedrängt als bei Großsäugern. Ihre Verletzung bei der Hodenbiopsie ist deshalb leichter vermeidbar.

Erst relativ kleine Äste aus der peripheren Arterienausbreitung dringen, plötzlich umbiegend, in das Organinnere ein, um als "Arteriae centripetales" gestreckt in Bindegewebstrabekeln senkrecht auf das Corpus Highmori zuzulaufen, unabhängig von dessen zentraler (z.B. beim Stier) oder peripherer (beim Menschen) Lage. Am Corpus Highmori angekommen, teilen sie sich unter spi-

raliger Aufrollung in meist zwei Äste, die sich als "Rami recurrentes", rückläufig zur Peripherie strebend, an das Parenchym verzweigen.

Die letzten arteriellen Verzweigungen gehen in die zentral in den Intertubularzwickeln liegenden, in ihrem Wandbau bereits kapillären, von Zwischenzellen umgebenen "Zwickelkapillaren" über. Aus diesen entspringen quer einen Teil der jeweiligen Tubuluswand umspinnende "Querkapillaren", die ein strickleiterähnliches Netz bilden und sich in Venolen in benachbarten Intertubularzwickeln wieder sammeln. Die Venenstämme laufen in Bindegewebstrabekeln zur Tunica albuginea oder zum Corpus Highmori. "Septula" gibt es nur in der Literatur.

Die Lymphkapillaren beginnen im Gegensatz zu manchen neueren Literaturangaben bereits als dichte geschlossene peritubuläre Netze im Hodenparenchym. Sie sammeln sich wie die Venen in den Intertubularzwickeln, um kleine Stämme zu bilden, die in Bindegewebstrabekeln zur Tunica albuginea oder zum Corpus Highmori streben.

Venen und Lymphgefäße verlaufen weitgehend getrennt von und in entgegengesetzter Richtung zu den Arterien. Sie sammeln sich im Bereich des Corpus Highmori und der dorsocranialen Partien der Tunica albuginea. Hier treffen beide Abflußrichtungen am Beginn des Plexus pampiniformis wieder zusammen. Das Venengeflecht des Plexus pampiniformis ist eng verflochten mit den Windungen des Rankenconvolutes der Arteria spermatica

interna. Beide zusammen bilden so einen Gefäßkegel, dessen Aufbau einem „Rückstromkühler“ entspricht. Ihm sind die großen Lymphgefäßstämme außen aufgelagert.



Abb. 37:
Schema der Anordnung von Arterien (links), Venen
(Mitte) und Lymphgefäßen (rechts) im Hoden des
Menschen
(Hundeiker und Keller, 1963)

Die Gefäßarchitektur des Hodens ist komplizierter und die Bedeutung des Gefäßsystems für Entstehung und Behandlung von Funktionsstörungen und Erkrankungen dieses Organs größer als viele Lehrbücher der Gegenwart vermuten lassen. Am Beispiel der Cadmiumnekrose wird die Entstehung toxischer Hodenparenchymschädigung bei primärem Angreifen der Noxe in den Hodengefäßen und in Unterbindungsversuchen die besonders schwere Auswirkung alleiniger Unterbrechung des venösen Abflusses auf das Hodenparenchym demonstriert. Eigene Befunde und Ergebnisse der Literatur werden diskutiert im Hinblick auf ihre mögliche Bedeutung für das Verständnis der vaskulär bedingten Erkrankungen der männlichen Keimdrüse.

Literatur

- AFFLERBACH, F., A. GACA und E. MACHER: Die idiopathische Varikozele als Ursache von Fertilitätsstörungen und ihre Behandlung durch hohe Unterbindung von A. und V. spermatica. Dtsch. med. Wschr. 93, 2427-2432 (1968)
- ALLANSON, M. und R. DEANESLY: Observations on cadmium damage and repair in rat testes and the effects on the pituitary gonadotrophins. J. Endocrinol. 24, 453-462 (1962)
- ALVAREZ MORUJO, A.: Las arterias terminales y el segmento arterial. Gráficas Europa: Salamanca 1966
- ANDRES, J.: Die Arterien der Keimdrüsen bei männlichen und weiblichen Versuchssäugetieren. (Anatomische Untersuchungen an injizierten Aufhellungspräparaten bei Lepus cuniculus, Cavia cobaya, Mus rattus und Mus musculus). Z. Anat. Entw.-Gesch. (Z. ges. Anat., 1. Abt.) 84, 445-475 (1927)
- ARNOLD, F.: Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 2, T. 1, S. 445-475. Herder Verlag: Freiburg i.Br. 1847
- ARNOLD, M.: Histochemie. Einführung in Grundlagen und Prinzipien der Methoden. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1968
- ARROU, J.: Circulation artérielle du testicule (anatomie comparée). Inaug.-Diss., Paris 1893
- BADENOCH, A.W.: Descent of the testis in relation to temperature. Brit. med. J. 1945/II, 601-602
- BAILLIE, A.H.: Further observations on the growth and histochemistry of the Leydig tissue in the post-natal ~~prepuberal~~ mouse testis. J. Anat. (London) 98, 403-419 (1964)
- BANDMANN, H.-J.: Das sogenannte Sertoli-Zell-Syndrom. Verh. Dtsch. Dermat. Ges., 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. Arch. klin. exp. Derm. 227, 688-697 (1966)
- BANDMANN, H.-J.: Die Topohistochemie unspezifischer Esterasen im normalen und im pathologisch veränderten menschlichen Hodengewebe. Arch. klin. exp. Derm. 235, 32-42 (1969)
- BARGMANN, W.: Histologie und Mikroskopische Anatomie des Menschen. 3. Aufl., G. Thieme: Stuttgart 1959

- BARGMANN, W.: Histologie und Mikroskopische Anatomie des Menschen. 6. Aufl., G. Thieme: Stuttgart 1967
- BARTELS, P.: Das Lymphgefäßsystem. In: Handbuch der Anatomie des Menschen, Hrsg, i. Verb. m. P. BARTELS, A. v. BRUNN, J. DISSE u.a. v. K. v. BARDELEBEN, Lieferung 17 (Gefäßsystem) Vol. 3 Abt. 4, S. 1-280. G. Fischer Verlag: Jena 1909
- BARTHOLINUS, Th.: Anatomia reformata. Officina Hackiana, Luguduno Batavorum et Rotterodami 1669
- BASCOM, K.F., and H.L. OSTERUD: Quantitative studies of the testicle. II.: Pattern and total tubule length in the testis of certain common mammals. Anat. Rec. 31, 159-169 (1925)
- BAUM, H.: Können Lymphgefäße direkt in das Venensystem einmünden? Anat. Anz. 49, 407-414 (1916)
- BAUM, H.: Das Lymphgefäßsystem des Hundes. August Hirschwald: Berlin 1918
- BAUM, H.: Das Lymphgefäßsystem des Pferdes. Julius Springer: Berlin 1928
- BAUM, H. und A. TRAUTMANN: Das Lymphgefäßsystem der Säugetiere. In: BOLK-GÖPPERT-KALLIUS-LUBOSCH: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Urban & Schwarzenberg: Berlin und Wien 1934
- BAUM, H., überarbeitet von H. GRAU: Das Lymphgefäßsystem des Schweines. Paul Parey: Berlin 1938
- BELT, W.D., and L.F. CAVAZOS: Fine structure of the interstitial cells of Leydig in the boar. Anat. Rec. 158, 333-350 (1967)
- BERGER, H. und M. HUNDEIKER: Diskussionsbemerkung zu F. HAMMERSEN: Zur Ultrastruktur der kleinen Hautgefäße. Verh. Dtsch. Dermat. Ges., 28. Tagung, Tübingen, 26.-29.9.1968. Arch. klin. exp. Derm. 237, 401-403 (1970)
- BERGER, H. und C. BERGER: Elektronenmikroskopische Befunde zur Verankerung kleiner Hautgefäße im Bindegewebe. Arch. klin. exp. Derm. 236, 217-228 (1970)
- BERNARDI, R.: Varicocele. El Ateneo: Buenos Aires 1947
- BERNARDI, R.: Varicocele. Resultados obtenidos en 500 casos con un procedimiento personal. Rev. argent. Urol. 26, 152-168 (1957)
- BERNARDI, R.: Varicocele. The Results obtained in 500 cases with a personal procedure. J.A.M.A. 61, 57 (1958)

- BEUTLER, O.: Das Verhalten der Arteria spermatica interna im Hoden der Haussäugetiere (Rind, Schaf, Pferd, Schwein, Hund und Katze). Inaug.-Diss., Hannover 1922
- BEVAN, A.D.: Ein weiterer Beitrag zur chirurgischen Behandlung des nicht herabgestiegenen Hodens. Langenbecks Arch. klin. Chir. 72, 1035 (1904)
- BIERICH, J.R.: Die Behandlung des Hodenhochstandes aus der Sicht des Pädiaters. In: Neue Ergebnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 76-82. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965
- BIGNARDI, C., and G. AURELI: Morphological evolution and steroidogenic activity of the interstitial cells in the mammals testis during ontogenesis. 2. internat. Kongreß f. Histo- und Cytochemie, Frankfurt, 16.-21.8.1964, Hrsg. T.H. SCHIEBLER, A.G.E. PEARSE und H.H. WOLFF, S. 210. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964
- BIMAR, M.: Recherches sur la distribution des vaisseaux spermatiques chez diverses mammifères. C.R. Acad. Sci. (Paris) 106, 80-83 (1888)
- BLACK, V.H., and A.K. CHRISTENSEN: Differentiation of interstitial cells and Sertoli cells in fetal guinea pig testes. Amer. J. Anat. 124, 211-238 (1969)
- BLANCKAERT, S.: Stephani BLANCARDI Anatomia reformata, sive Concinna corporis humani dissectio, ad posteriorum mentem adornata, plurimisque tabulis chalcographicis illustrata. J. Luchtmans & C. Boutesteyn: Luguduno Batavorum 1688
- BÖTSCHI, A.: Untersuchungen über Kryptorchismus beim Pferd, Schwein, Hund und bei der Katze, unter besonderer Berücksichtigung der mikroskopischen Anatomie. Z.Anat. Entw.-Gesch. 89, 727-753 (1929)
- BOHNSTEDT, R.M.: Fertilitätsstörungen bei Varikozelen und nach Hodendystopien und Leistenbruchoperationen. Beiträge zur Fertilität und Sterilität, Hrsg. R. FIKENTSCHER, 3. Folge, S. 156-161. Ferdinand Enke: Stuttgart 1961
- BOURGERY, J.M., et N.H. JACOB: Traité complet de l'anatomie de l'homme. Masson: Paris 1839
- BREMER, J.L.: Morphology of the tubules of the human testis and epididymis. Amer. J. Anat. 11, 393-417 (1911)

- BRODNY, M.L., S.A. ROBINS, H.A. HERSHMAN, and A.DENUCCIO: Epididymography, Varicoceles, and Testicular Angiography. *Fertil. and Steril.* 6, 158-168 (1955)
- BROWN, J.S., L. DUBIN, and R.S. HOTCHKISS: The varicocele as related to fertility. *Fertil. and Steril.* 18, 46-56 (1967)
- BRÜCHER, H., M. GRÄBER und E. KIETZMANN: Untersuchungen zur Genese von Makrophagen in der Blutzellkultur. *Klin. Wschr.* 47, 161-162 (1969)
- BRUNS, R.R., and G.E. PALADE: Studies on blood capillaries. I. General organization of blood capillaries in muscle. *J. Cell Biol.* 37, 244-276 (1968)
- BRZEZINSKI, D.K.v.: Neue Befunde mit einer verbesserten Darstellung experimentell aufgefüllter Lymphkapillaren an Niere, Hoden-Nebenhoden, Dünn- und Dickdarm. *Anat. Anz.* 113, 289-306 (1963)
- BÜNZLI, H.F.: Formen granulomatöser Orchitis. *Virchows Arch. Abt. A. Path. Anat.* 345, 33-44 (1968)
- DE BURLET, H.M. und I. DE RUITER: Zur Entwicklung und Morphologie des Säugerhodens. I.: Der Hoden von *Mus musculus*. *Anat. H.* 59, 321-383 (1920)
- DE BURLET, H.M. und I. DE RUITER: Zur Entwicklung und Morphologie des Säugerhodens. II.: *Mat-supialier*. *Z. Anat. Entw.-Gesch.* 61, 19-31 (1921)
- CAPURRO, M.A.: Sulla questione degli spazi linfatici peritubulari del testicolo. *Anat. Anz.* 20, 563-570 (1902)
- CAPURRO, M.A.: Sulla circolazione sanguigna normale e di compenso del testicolo. *Anat. Anz.* 20, 577-598 (1902)
- CARR, I., E.J. CLEGG, and G.A. MEEK: Sertoli cells as phagocytes: an electron microscopic study. *J. Anat.* 102, 501-509 (1968)
- CHAN, F., J.E. ALLISON, A.J. STANLEY, and L.E. GUMBRECK: Reciprocal Transplantation of testes between normal and pseudohermaphroditic male rats. *Fertil. and Steril.* 20, 482-494 (1969)
- CHARNY, C.W.: Effect of varicocele on fertility. Results of varicocelectomy. *Fertil. and Steril.* 13, 47-56 (1962)
- CHARNY, C.W.: Reflections on testicular biopsy. *Fertil. and Steril.* 14, 610-616 (1963)

- CHIQUOINE, A.D.: Studies on the early events of cadmium necrosis of the testis. *Anat. Rec.* 145, 216 (1963)
- CHIQUOINE, A.D.: Observations on the early events of cadmium necrosis of the testis. *Anat. Rec.* 149, 23-36 (1964)
- CHOWDHURY, A.K., and E. STEINBERGER: Early changes in the germinal epithelium of rat testes following exposure to heat. *J. Reprod. Fertil.* 22, 205-212 (1970)
- CLARKE, J.A.: An x-ray microscopic study of the vasa vasorum of normal human coronary arteries. *J. Anat.* (London) 98, 539-543 (1964)
- CLEGG, E.I., and I. CARR: Changes in the blood vessels of the rat testis and epididymis produced by cadmium chloride. *J. Path. Bact.* 94, 317-322 (1967)
- CLERMONT, Y.: Contractile elements in the limiting membrane of the seminiferous tubules of the rat. *Exp. Cell Res.* 15, 438-440 (1958)
- CLERMONT, Y., and C. HUCKINS: Microscopic anatomy of the sex cords and seminiferous tubules in growing and adult male albino rats. *Amer. J. Anat.* 108, 79-97 (1961)
- CLINE, M.J., and V.C. SWETT: The interaction of human monocytes and lymphocytes. *J. exper. Med.* 128, 1309-1325 (1968)
- COLLE, J.F.E.: *Artères du testicule*. Inaug.-Diss., Lille 1902
- COOPER, A.: *Observations on the structure and disease of the testis*. McDowall; Longman, Rees, Orme, Brown & Green; Highley & Underwood: London 1830
- CREW, F.A.E.: A suggestion as to the cause of the aspermatic condition of the imperfectly descended testis. *J. Anat.* (London) 56, 98-106 (1922)
- CRUIKSHANK, W.C.: *The anatomy of the absorbent vessels of the human body*. G. Nicol: London 1786
- CRUIKSHANK, W.: *William CRUIKSHANK's Geschichte und Beschreibung der einsaugenden Gefäße oder Saugadern des menschlichen Körpers*. Aus dem Englischen, mit einigen Anmerkungen und Kupfertafeln herausgegeben von Dr. Christian Friedrich LUDWIG (William CRUIKSHANK's und Paul MASCAGNI's Geschichte und Beschreibung der Saugadern des menschlichen Körpers, Bd. 1). Im Verlag der Weidmannschen Buchhandlung: Leipzig 1789
- CRUVEILHIER, J.: *Traité d'anatomie descriptive*. 5. Aufl., Paris 1877

- CUNEO, B.: Note sur les lymphatiques du testicule. Bull. et mem. soc. anat. (Paris), sér. 6, T. 3, 105-110 (1901)
- CURTIS, G.M.: The morphology of the mammalian seminiferous tubule. Amer. J. Anat. 24, 339-394 (1918)
- DAHL, E.V., and J.F. HERRICK: A vascular mechanism for maintaining testicular temperature by counter-current exchange. Surg.Gynec. Obstet. 108, 697-705 (1959)
- DAVIDSON, H.A.: Treatment of male subfertility; testicular temperature and varicoceles. Practitioner 173, 703-708 (1954)
- DAVIS, J.E., M.E. CLYMAN, A. DECKER, W.B. OBER and M. ROLAND: Varicocele as a contributing factor to male infertility. Int. J. Fertil. 10, 359-372 (1965)
- DEBIERRE, C.: Traité élémentaire d'anatomie de l'homme. T. 2, F. Alcan Ed.: Paris 1890
- DEIMLING, O.v., G. BAUMANN und H. NOLTENIUS: Hormonabhängige Enzymverteilung in Geweben: Geschlechtsunterschiede der alkalischen Phosphatase, unspezifischen Esterase, Glucose-6-Phosphatase und Succinodehydrogenase in der Niere der Maus. 2. internat. Kongreß f. Histo- und Cytochemie, Frankfurt, 16.-21.8.1964. Hrsg. T.H. SCHIEBLER, A.G.E. PEARSE und H.H. WOLFF, S. 207. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964
- DEMEL, R.: Chirurgie des Hodens und des Samenstranges. In: Neue Deutsche Chirurgie, Bd. 36, S. 1-422, Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart 1926
- DICK, P.: Hodenatrophie bei Störungen des skrotalen Wärmehaushaltes. Bruns' Beitr. klin. Chir. 165, 299-326 (1937)
- DIONIS, P.: Anatomie de l'homme. p. 245. Paris 1690
- DOEPFMER, R. und O. HORLSTEIN: Sogenanntes Lymphangioma circumscriptum cystoides des Scrotums als Ursache primärer Hodenschädigung. Arch. klin. exp. Derm. 207, 312-327 (1958)
- DOEPFMER, R.: Ätiologie der Fertilitätsstörungen beim Manne. In: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten (J. JADASSOHN), Erg.-Werk Bd. 6, T. 3, Hrsg. H. SCHUERMAN und R. DOEPFMER, S. 417-517 Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960

- DOEPFMER, R.: Hodendystopien (Kryptorchismus). In: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten (J. JADASSOHN), Erg.-Werk, Bd. 6, T. 3, Hrsg. H. SCHUERMAN und R. DOEPFMER, S. 517-531. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960
- DOEPFMER, R.: Die Häufigkeit des Hodenhochstandes unter Berücksichtigung anderer Abweichungen von der Norm. Verh. Dtsch. Dermat. Ges., 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. Arch. klin. exp. Derm. 227, 703-707 (1966)
- DUFOR, J., and J.I. RAESIDE: Histochemical demonstration of 5- β and 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase in the testis of the boar. J. Reprod. Fertil. 16, 123-124 (1968)
- DZIALLAS, P.: Über die Klappenverhältnisse der Vena spermatica interna des Menschen. Anat. Anz. 97, 57-63 (1949/50)
- EBERTH, C.J.: Die männlichen Geschlechtsorgane. In: Handbuch der Anatomie des Menschen, Hrsg. v. BARDELEBEN, Bd. 7, T. 2, S. 1-310. G. Fischer Verlag: Jena 1904
- EBNER, A.v.: Untersuchungen über den Bau der Samenkanälchen und die Entwicklung der Spermatozoiden bei Säugethieren und beim Menschen. Untersuchungen aus dem Institut für Physiologie und Histologie in Graz von A. ROLLET, H. 2, 204-224. Leipzig 1872
- EBNER, A.v.: Die Geschlechtsorgane. In: v. KÖLLIKERs Handbuch der Gewebelehre. 6. Aufl., S. 403. W. Engelmann: Leipzig 1899
- EBNER, E.: Zur Klinik und Therapie der idiopathischen Varicocele. Dtsch. Z. Chir. 219, 148-170 (1929)
- EL-SADR, A.R., and E. MINA: Anatomical and surgical aspects in the operative management of varicocele. Urol. Cutan. Rev. 54, 257 (1950)
- ELLENBERGER, W. und H. BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 15. Aufl., A. Hirschwald: Berlin 1926
- ENDERLEN, H.: Klinische und experimentelle Studien zur Frage der Torsion des Hodens. Dtsch. Z. Chir. 43, 177-186 (1896)
- ENGESSET, A.: The route of peripheral lymph to the blood stream. J. Anat. (London) 93, 96-100 (1959)
- EPPINGER, H.: Die Permeabilitätspathologie. J. Springer Verlag: Wien 1942
- ERICSSON, R.J.: Male antifertility compounds: U-5897 as a rat chemosterilisant. J. Reprod. Fertil. 22, 213 - 222 (1970)

- ESSER, P.H.: Über Funktion und Bau des Scrotums.
Z. mikr.-anat. Forsch. 31, 108-174 (1932)
- ETRIBY, A., S.M. GIRGIS, H. HEFNAWY, and A.A. IBRAHIM:
Testicular changes in subfertile males with varicocele. Fertil. and Steril. 18, 666-671 (1967)
- FAWCETT, D.W.: Comparative observations on the fine structure of blood capillaries. In: The peripheral blood vessels (Ed. J.L. ORBISON and D.E. SMITH) pp. 17-44. Williams & Wilkins Co.: Baltimore 1963
- FAWCETT, D.W., P.M. HEIDGER, and L.V. LEAK: Lymph vascular system of the interstitial tissue of the testis as revealed by electron microscopy.
J. Reprod. Fertil. 19, 109-119 (1969)
- FAZZARI, I.: La vascolarizzazione del testicolo.
Giorn. sci. natur. ed economiche (Palermo) 37, 1-198 (1933)
- FERNER, H. und I. MÜLLER: Kanälchen- und Capillararchitektonik des Froschhodens. Zugleich ein Beitrag zum Problem der Dissemination der Leydigischen Zwischenzellen. Z. Anat. Entw.-gesch. 119, 335-349 (1956)
- FISCHER, H.: Über die funktionelle Bedeutung des Spiralverlaufes der Muskulatur in der Arterienwand.
Morph. Jb. 91, 394-398 (1951)
- FISCHER, H.: Strukturelle und funktionelle Analyse des Arterienbaues unter besonderer Berücksichtigung ungleichmäßiger Strukturtypen. Habilitationsschrift, Freiburg i.Br. 1955
- FISCHER, H.: Weitere Beiträge zur funktionellen Form und Struktur der Arterien. Verh. anat. Ges., 56, 286-293 (1959). Vers., Zürich, 8.-12.4.1959. Anat. Anz. 106/107 (Erg.-H.)
- FISCHER, H.: Zur Beurteilung des arteriellen und des venösen Systems. Med. Welt. (N.F.) 20, 727-729 (1969)
- FÖLDI, M., E. CSANDA, M. SIMON, F. OBAL, I. SCHNEIDER, I. DOBRANOVICS, Ö. T. ZOLTAN, M. KOZMA, and M. POBERAI: Lymphogenic haemangiopathy. "Prelymphatic" pathways in the wall of cerebral and cervical blood vessels. Angiologica 5, 520-526 (1968)
- FÖLDI, M.: Diskussionsbemerkung. Congressus internationalis Angiologiae in Memoriam Ratschow, Essen, 15.-18.10.1969. Fortschr. Angiologie, im Druck (1970)
- FREY, H.: Zur Kenntnis der lymphatischen Bahnen im Hoden. Virchows Arch. path. Anat. 28, 563-569 (1863)

- FUKUI, N.: On a hitherto unknown action of heat rays on testicles. Jap. med. World 3, 27 (1923)
- GABBIANI, G., and G. MAJNO: Endothelial microvilli in the vessels of the rat Gasserian ganglion and testis. Z. Zellforsch. 97, 111-117 (1969)
- GERSTER, R.: Ueber die Lymphgefäße des Hodens. Z. Anat. Entw.-Gesch. (Leipzig) 2, 36-53 (1877)
- GIUDICI: cit. n. FAZZARI (1933)
- GLOVER, T.D.: The effect of a short period of scrotal insulation in the ram. Proc. Physiol. soc. 128, 220-222 (1955)
- GÖBEL, R.: Versuche über Transplantation des Hodens in die Bauchhöhle. Zbl. allg. Path. 9, 737-739 (1898)
- GÖDDE, S. und W. VAHLENSIECK: 126.: Transperitoneale Lymphadenektomie und cytostatische Nachbehandlung maligner germinaler Hodentumoren. Verh. Dtsch. Ges. Chir. 85. Tagung, 17.-20.4.1968. Langenbecks Arch. klin. Chir. 322, 831-833 (1968)
- GOERTTLER, K.: Die Konstruktion der Wand des menschlichen Samenleiters und ihre funktionelle Bedeutung. Morph. Jb. 74, 550-580 (1934)
- GOERTTLER, K.: Die Bedeutung der funktionellen Struktur der Gefäßwand. I. Untersuchungen an der Nabelschnurarterie des Menschen. Morph. Jb. 91, 368-393 (1951)
- GOERTTLER, K.: Die funktionelle Bedeutung des Baues der Gefäßwand. Dtsch. Z. Nervenheilk. 170, 433-445 (1953)
- GOERTTLER, K.: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Begründet von Philipp STÖHR, fortgeführt von Wilhelm v. MÖLLENDORFF. 29. Aufl. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena 1963
- GOERTTLER, K.: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Begründet von Philipp STÖHR, fortgeführt von Wilhelm v. MÖLLENDORFF. 30. Auflage. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena 1969
- GOHRBRANDT, E.: Über das Verhalten des Hodens nach Unterbindung der Vasa spermatica mit Ausnahme des Ductus deferens und der Arteria deferentialis. Langenbecks Arch. klin. Chir. 120, 637-646 (1922)

- GONORI, G.: Chloroacyl esters as histochemical substrates. *J. Histochem. Cytochem.* 1, 469-470 (1953)
- GORDON, D.L., A.B. BARR, J.E. HERRIGEL, and C.A. PAULSEN: Testicular biopsy in man. I.: Effect upon sperm concentration. *Fertil. and Steril.* 16, 522-530 (1965)
- GÖSFAY, S.: Untersuchungen der Vena spermatica interna durch retrograde Phlebographie bei Kranken mit Varikozele. *Z. Urol.* 52, 105-115 (1959)
- GOTH, J.: Das Verhalten von Histiozyten und Mastzellen bei der Naphthol-AS-D-Chloracetat-Esterase-Reaktion. *Beitr. path. Anat.* 136, 443-453 (1968)
- DE GRAAF, R.: Tractatus de virorum organis generationi in servientibus. Officina Hackiana: Lugudum Batavorum et Rotterodami 1668
- GRAU, H.: Das Lymphgefäßsystem. In W. ELLENBERGER und H. BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18. Auflage; bearbeitet von O. ZIETZSCHMANN, E. ACKERKNECHT, H. GRAU. J. Springer: Berlin 1943
- GRAU, H. und A. KARPFF: Das innere Lymphgefäßsystem des Hodens. *Zbl. Vet.-Med. Ser. A* 10, 553-558 (1963)
- GRAY, H.: Anatomy descriptive and surgical. 2nd Ed. J. W. Parker & Sons: London 1860
- GREEN, W.O.: Malacoplakia of the epididymis (without testicular involvement). The first reported case. *Arch. Path. (Chicago)* 86, 438-441 (1968)
- GRIFFITHS, J.: Three lectures upon the testes. *Lancet* 1895/1, 791
- GRIFFITHS, J.: Effects upon the testes of ligature of the spermatic artery, spermatic veins and both arteries and veins. *J. Anat. Physiol. (London)* 30, 81-105 (1896)
- GRÜNWALD, P.: Über Form und Verlauf der Keimstränge bei Embryonen der Säugetiere und des Menschen. Die Keimstränge des Hodens. *Z. Anat. Entw.-Gesch.* 103, 1-19 (1934)
- GRUPP, G.: Untersuchungen über die Wärmebildung der Niere. *Pflügers Arch.* 267, 58-72 (1958)
- GRUPP, G.: Physiologische Betrachtungen über die Durchblutung der Niere. In: A.v. KÜGELGEN, B. KUHLO, W. KUHLO und K.J. OTTO: Die Gefäßarchitektur der Niere. Zwangl. Abh. a.d. Geb. d. normalen und pathologischen Anatomie. 5, G. Thieme: Stuttgart 1959

- GÜNSEL, E.: Über die Wärmeempfindlichkeit des Keimepithels im Rattenhoden. Strahlentherapie 80, 299-304 (1949)
- GUNN, S.A., T.C. GOULD, and W.A.D. ANDERSON: Zinc protection against cadmium injury to rat testis. Arch. Path. (Chicago) 71, 274-281 (1961)
- GUNN, S.A., T.C. GOULD, and W.A.D. ANDERSON: The selective injurious vascular response of the testicular and epididymal blood vessels to cadmium and its prevention by zinc. Amer. J. Path. 42, 685-702 (1963)
- GUNN, S.A., T.C. GOULD, and W.A.D. ANDERSON: Loss of selective injurious vascular response to cadmium in regenerated blood vessels of the testis. Amer. J. Path. 68, 959-969 (1966)
- GUNN, S.A., T.C. GOULD, and W.A.D. ANDERSON: Maintenance of the structure and function of the cauda epididymidis and contained spermatozoa by testosterone following cadmium-induced testicular necrosis in the rat. J. Reprod. Fertil. 21, 443-448 (1970)
- GUPTA, R.K., and F.R. SKELTON: The role of mast cells in cadmium chloride-induced injury in mature rat testis. Arch. Path. (Chicago) 85, 89-93 (1968)
- GURAYA, S.S.: Histochemical study of the interstitial cells in the cattle ovary. Acta anat. 70, 447-458 (1968)
- GURAYA, S.S.: A histochemical study of lipids in the mammalian testis. 2. internat. Kongreß f. Histo- und Cytochemie, Frankfurt, 16.-21.8.1964, Hrsg. T.H. SCHIEBLER, A.G.E. PEARSE und H.H. WOLFF, S. 210. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964
- GUTZSCHEBAUCH, A.: Der Hoden der Haussäugetiere und seine Hüllen in biologischer und artdiagnostischer Hinsicht. Z. Anat. Entw.-Gesch. 105, 433-458 (1935/36)
- HABERER, A.: Über die Venen des menschlichen Hodens. Arch. Anat. Entwickl.-Gesch. 1898, 413-443
- HAENSCH, R.: Varicocele und Subfertilität. In: Beiträge zur Fertilität und Sterilität, 5. Folge, Hrsg. R. EIKENTSCHER, S. 38-44, Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart 1968
- HAENSCH, R. und O. HORNSTEIN: Varicocele und Fertilitätsstörung. Dermatologica (Basel) 136, 335-349 (1968)

- HAFFERL, A.: Lehrbuch der topographischen Anatomie. 2. Auflage. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1957
- HÄRKÖNEN, M., and M. KORMANO: Acute cadmium-induced changes in the energy metabolism of the rat testis. Scand. J. clin. Lab. Invest. 23, suppl. 108, 55 (1969)
- HAJOVSKÁ, B., J. JANTOSOVICOVÁ v M. VRZGULOVÁ: K otázce anastomóz medzi tepnami prisemenníka a semenníka u býka. Folia Vet. 9, 157-163 (1965)
- HAMACHER, M.: Das histochemische Verhalten einiger Dehydrogenasen im Hoden von Ratte, Maus und Meerschweinchen nach Oestrogen- und ICSH-Behandlung. Acta histochem. 30, 79-89 (1968)
- HAMMEN, R.: Studies on impaired fertility in man, with special reference to the male. Acta obstet. gynec. scand. (Suppl. III) 24 (1944)
- HAMMERSEN, F. und J. STAUBESAND: Arterien und Capillaren des menschlichen Nierenbeckens mit besonderer Berücksichtigung der sogenannten Spiralarterien. Z. Anat. Entw.-Gesch. 122, 314-347 (1961)
- HAMMERSEN, F.: Zur Ultrastruktur der Kapillarwand. Med. Welt. (N.F.), 17, 1688-1693; 1705-1706 (1966)
- HAMMERSEN, F.: Zur Ultrastruktur der Venenwand. Zbl. Phlebologie 6, 221-237 (1967)
- HAMMERSEN, F. und E. MÖHRING: Der Feinbau der Endstrombahn beim Dextran-Ödem und deren Beeinflussung durch HR. Demonstration, 3. internat. Phlebologen-Kongreß in Amsterdam 1968. Fortschr. Med. 86, 925-927 (1968)
- HAMMERSEN, F.: Zur Problematik terminaler Strombahneinheiten. Med. Welt (N.F.) 20, 691-700 (1969)
- HAMMERSEN, F.: Zur Ultrastruktur der kleinen Hautgefäße. 28. Tagung der Dtsch. Dermat. Ges., Tübingen, 26.-29.9.1968. Arch. klin. exp. Derm. 237, 356-367 (1970)
- HAMMERSEN, F.: Diskussionsbemerkung. Congressus internationalis Angiologiae in Memoriam Ratschow, Essen, 15.-18.10.1969. Fortschr. Angiologie, im Druck (1970)
- HANLEY, H.G.: Surgical corrections of errors of testicular temperature regulation. Proc. 2nd. World Congr. Fert. Steril., Naples, Vol. 2, pp. 953-964 (1956)

- HANLEY, H.G.: Varicocele (letter to the Editor) *Lancet* 1962/II, 512
- HANLEY, H.G., and R.G. HARRISON: The nature and surgical treatment of varicocele. *Brit. J. surg.* 50, 64-67 (1962)
- HARDUNG, V.: Pulswellen in tonisch erregten Gefäßen. *Angiologica* 3, 114-125 (1966)
- HARRENSTEIN, K.J.: Über die Funktion des Skrotums und die Behandlung der Retentio testis beim Menschen. *Zbl. Chir.* 55, 1734-1740 (1928)
- HARRISON, R.G., and A.E. BARCLAY: The distribution of the testicular artery (internal spermatic artery) to the human testis. *Brit. J. urol.* 20, 57-66 (1948)
- HARRISON, R.G., and J.S. WEINER: Abdomino-testicular temperature gradients. *J. Physiol. (Cambridge)* 107, 48 P - 49 P (1948)
- HARRISON, R.G., and J.S. WEINER: Vascular patterns of the mammalian testis and their functional significance, *J. exp. Biol.* 26, 304-316 (1949)
- HARRISON, R.G.: The distribution of the vasal and cremasteric arteries to the testis and their functional importance. *J. Anat. (London)* 83, 267-282 (1949)
- HARRISON, R.G.: The comparative anatomy of the blood supply to the mammalian testis. *Proc. zool. soc. (London)* 119, 325-345 (1949)
- HARRISON, R.G.: Functional importance of the vascularization of the testis and epididymis for the maintenance of normal spermatogenesis. *Fertil. and Steril.* 3, 366-371 (1952)
- HARRISON, R.G., and R. HARRIS: Thermoregulation of the testis at high temperatures. In: *Studies on fertility*, Ed. R.G. HARRISON. C.C. Thomas: Springfield/ill. 1956
- HARRISON, R.G., and G.A. MCGREGOR: Anomalous origin and branching of the testicular arteries. *Anat. Rec.* 129, 401-405 (1957)
- HARRISON, R.G.: The Anatomy of varicocele. *Proc. roy. soc. Med. (London)* 59, 763-766 (1966)
- HART, C.: Beiträge zur biologischen Bedeutung der innersekretorischen Organe. II.: Der Einfluß abnormer Außentemperaturen auf Schilddrüse und Hoden. *Pflügers Arch.* 197, 151-176 (1922)

- HARTIG, F.: Über die Hodenhüllen und ihre funktionelle Bedeutung. Tierärztliche Umschau (München) 9, 150-153 (1954)
- HASUMI, S.: Anatomische Untersuchungen über die Blutgefäße der Hoden und Nebenhoden von verschiedenen Säugetieren. Jap. J. med. sci. 1, 2-17 (1930)
- HASUMI, S.: Anatomische Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem des männlichen Urogenitalsystems. Jap. J. med. sci. 1, 159-186 (1930)
- HEGEMANN, G. und W. SCHMITZ: Die suprainguinale Gefäßresektion bei Varikozelen aus chirurgisch-anatomischer Sicht. Z. Urol. 61, 3-9 (1968)
- HEINKE, E. und R. DOEPFMER: Fertilitätsstörungen beim Manne. Somatischer Teil. In: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten (J. JADASSOHN), Erg.-Werk Bd. 6. T. 3, S. 1-640. Hrsg. H. SCHUERMANN und R. DOEPFMER. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960
- HENLE, J.: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. 2 und 3. Vieweg & Sohn: Braunschweig 1866
- HENNINGER, H.: Zur operativen Behandlung der idiopathischen Varikozele. Zbl. Chir. 61, 695-697 (1934)
- HETT, J.: Der Einfluß höherer Außentemperatur auf Leber und Milz der Hausmaus. Verh. Anat. Ges. 32, Vers., Heidelberg, 23.-26.4.1923. Anat. Anz. (Erg.-H.) 57, 53-61 (1923)
- HIGHMOR, N.: Corporis humani disquisitio anatomica. s'Gravenhage 1651
- HILL, E.C.: On the gross development and vascularization of the testis. Amer. J. Anat. 6, 439-459 (1906)
- HILL, E.C.: The vascularization of the human testis. Amer. J. Anat. 9, 463-474 (1909)
- HILWEG, D. und H. WIENERS: Die Bedeutung der Lymphographie für die Erfassung des retroperitonealen Metastasierungsweges maligner Hodentumoren. Urologe 8, 143-150 (1969)
- HIROTA, S.: The morphology of the seminiferous tubules. I.: The seminiferous tubules of the mouse. Kyushu mem. med. sci. 3, 121-128 (1952)
- HIROTA, S.: The morphology of the seminiferous tubules. II.: The seminiferous tubules of the monkey. Kyushu mem. med. sci. 3, 129-136 (1952)

- HIROTA, S.: The morphology of the seminiferous tubules. III.: The seminiferous tubules of man. Kyushu j. med. sci. 6, 180-187 (1955)
- HIROTA, S.: The morphology of the seminiferous tubules. IV.: The seminiferous tubules of the rabbit. Kyushu j. med. sci. 6, 188-190 (1955)
- HIS, W.: Über das Epithel der Lymphgefäßwurzeln und über die v. Recklinghausenschen Saftkanälchen. Z. wiss. Zool. 13, 455-474 (1863)
- HOFMANN, R.: Die Gefäßarchitektur des Bullenhodens, zugleich ein Versuch ihrer funktionellen Deutung. Zbl. Vet.-Med. 7, 59-93 (1960)
- HOLSTEIN, A.-F. und C. WEISS: Über die Wirkung der glatten Muskulatur in der Tunica albuginea im Hoden des Kaninchens; Messungen des interstitiellen Druckes. Z. ges. exp. Med. 142, 334-337 (1967)
- HOLSTEIN, A.-F.: Morphologische Studien am Nebenhoden des Menschen. Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiet der normalen und pathologischen Anatomie, Hrsg. W. BARGMANN und W. DOERR, H. 20. G. Thieme Verlag: Stuttgart 1969
- VAN HORNE, J.: Epistolica dissertatio ad celeberrimum virum, D. Guernerum Rolfinckium, suam circa partes generationis in Utroque sexu observationum synopsis extribens. Lugduno Batavorum 1688
- HORNSTEIN, O.: Histologische und histoenzymatische Untersuchungen an Hodenbiopsien. Arch. klin. exp. Derm. 206, 758-762 (1957)
- HORNSTEIN, O.: Zur Klinik und Histopathologie des männlichen primären Hypogonadismus. I. Mitteilung: Nosologische Klassifikation des männlichen Hypogonadismus. Arch. klin. exp. Derm. 217, 117-148 (1963)
- HORNSTEIN, O.: Zur Klinik und Histopathologie des männlichen primären Hypogonadismus. III. Mitteilung: Hodenparenchymschäden durch Varicoceleen. Arch. klin. exp. Derm. 218, 347-383 (1964)
- HORNSTEIN, O.: Diskussionsbemerkung zu J.R. BIERICH: Die Behandlung des Hodenhochstandes aus der Sicht des Pädiaters. Herbsttagung der Norwestdeutschen Gesellschaft für Dermatologie und der Hamburger Dermatologischen Gesellschaft, Hamburg, 20.-22.11. 1964. In: Neue Ergebnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 76-82. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965

- HORNSTEIN, O.: Histologische Untersuchungen des Hodengewebes als diagnostische Maßnahme bei Fertilitätsstörungen des Mannes. Herbsttagung der Nordwestdeutschen Gesellschaft für Dermatologie und der Hamburger Dermatologischen Gesellschaft, Hamburg, 20.-22.11.1964. In: Neue Ergebnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 26-31. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965
- HORVATH, G., M. KELENHEGYI und I. KOCSIS: Katamnestiche Untersuchungen von nach Orchidopexie geborenen Nachkommen. Z. Urol. 62, 57-59 (1969)
- HUBER, G.C., and G.M. CURTIS: The morphology of the seminiferous tubules of mammalia. Anat. Rec. 7, 207-219 (1913)
- HUBER, R., E. WEBER und Chr. HEDINGER: Zur mikroskopischen Anatomie der sogenannten hypoplastischen Zonen des normal descendierten Hodens. Virchows Arch. Abt. A. Path. Anat. 344, 47-53 (1968)
- HUNDEIKER, M.: Vergleichende Untersuchungen über die Gefäßversorgung männlicher Keimdrüsen. Untersuchungen beim Menschen und beim Stier. Inaug.-Diss., Freiburg i.Br. 1961
- HUNDEIKER, M. und L. KELLER: Die Gefäßarchitektur des menschlichen Hodens. Morph. Jb. 105, 26-73 (1963)
- HUNDEIKER, M.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Vascularisation der Arterienwand. Acta anat. (Basel) 61, 399-411 (1965)
- HUNDEIKER, M.: Über besondere Gefäße des Epiorchium. Untersuchungen am Hoden von Bos taurus. Morph. Jb. 107, 53-57 (1965)
- HUNDEIKER, M.: Die Vascularisation des Epiorchium beim Menschen. Morph. Jb. 108, 624-628 (1966)
- HUNDEIKER, M.: Die Kapillararchitektur im Stierhoden. Angiologica (Basel) 3, 343-348 (1966)
- HUNDEIKER, M. und L.v. MULERT: Vermeidbare Risiken bei der Hodenbiopsie. Hautarzt 17, 546-547 (1966)
- HUNDEIKER, M. und H. BERGER: Zur Kenntnis der Gefäßarchitektur im Nebenhoden. Arch. klin. exp. Derm. 227, 1038-1044 (1967)
- HUNDEIKER, M. und J. PETRES: Zur nosologischen Problematik der Elephantiasis penis et scroti und der retroperitonealen Fibrose. Derm. Wschr. 153, 699-705 (1967)

- HUNDEIKER, M.: Untersuchungen zur Darstellung der Lymphgefäße im Hodenparenchym beim Stier mit der Injektionsmethode. *andrologie* 1, 113-117 (1969)
- HUNDEIKER, M.: Lymphgefäße im Parenchym des menschlichen Hodens. Versuch einer Darstellung durch Injektion. *Arch. klin. exp. Derm.* 235, 271-276 (1969)
- HUNDEIKER, M.: Warum ist die "hohe Unterbindung" nach Palomo und nicht eine Varicocelenoperation schlecht - hin Methode der Wahl zur Behandlung durch Varicoce-len bedingter Fertilitätsstörungen? *Hautarzt* 21, 37-38 (1970)
- HUNDEIKER, M.: Beobachtungen am Gefäßsystem des Rattenhodens nach Cadmium-Nekrose. *andrologie*, im Druck (1970)
- HUNDEIKER, M.: Zur Darstellung der Vasa vasorum in der Tunica media der Arterienwand. *Angiologica* (Basel) 7, 1-7 (1970)
- HUNDEIKER, M. und K. BREHM: Folgen einer Langzeit-Anti-androgenbehandlung am Hoden. Gemeinschaftstagung der Südwestdeutschen und Rheinisch-Westfälischen Dermatologen am 11. und 12.10.1969 in Köln. *Z. Haut-u. Geschl.-Kr.*, im Druck (1970)
- HUNDEIKER, M.: Voraussetzungen der Wandernährung in Arterien vom muskulären Bautyp. *Congressus internationalis Angiologiae in memoriam Ratschow*, 15.-18.10.1969 in Essen (Hrsg. N. KLÜKEN). *Fortschr. Angiologie* (F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart), im Druck (1970)
- HUNDEIKER, M.: Beobachtungen am Gefäßsystem des Rattenhodens nach Venen- und Arterienunterbindung. *andrologie* 2, 125-132 (1970)
- HUNDEIKER, M.: Die Capillaren im Hodenparenchym. *Arch. klin. exp. Derm.*, im Druck (1970)
- HUSCHKE, E.: Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. In: S.T.v. SOEMMERING: Vom Bau des menschlichen Körpers. J. Vogel: Leipzig 1844
- HYRTL, J.: Handbuch der topographischen Anatomie und ihrer praktisch-medizinisch-chirurgischen Anwendungen. Bd. 2, S. 56. W. Braumüller: Wien 1865
- HYRTL, J.: Die Corrosions-Anatomie und ihre Ergebnisse. W. Braumüller: Wien 1873
- ISTOMIN, E.K.: Zur pathologischen Histologie und Klinik der Varikozele. *Dtsch. Z.Chir.* 99, 1-53 (1909)
- ISTOMIN, E.: Zur Frage der operativen Behandlung der Varicocele. *Zbl. Chir.* 41, 93-95 (1914)
- ITURIZZA, F.C. and O. IRUSTA: Hyperplasia of the interstitial cells of the testes in experimental cryptorchidism. *Acta physiol. lat.-amer.* 19, 236-242 (1969)

- IVANISSEVICH, O.: Left varicocele due to reflux; experience with 4470 operative cases in forty-two years. *J. int. Coll. Surg.* 34, 742-755 (1960)
- IWANOW, G.: Die Lymphgefäße der Wände der Blutgefäße - vasa lymphatica vasorum sanguinorum. *Z. Anat. Entw.-Gesch. (Z. ges. Anat. Abt. 1)* 99, 669 (1933)
- JAMIESON, J.K., and J.F. DOBSON: The lymphatics of the testicle. *Lancet* 1910/I, 493-495
- JANSSEN, S. und G. GRUPP: Untersuchungen über die Temperaturverteilung in der Niere des Hundes. *Arch. exp. Path. Pharm.* 230, 245-256 (1957)
- JANTOŠOVIČOVÁ, J.: Vnútroorgánová lymfatická sústava semenníka kanca. *Folia vet.* 12, 25-29 (1968)
- JANTOŠOVIČOVÁ, J.: Beitrag zu den inneren Lymphgefäßen im Hoden des Ebers. *Folia vet.* 12, 193-194 (1968)
- JARISCH, A.: Über die Schlagadern des menschlichen Hodens. *Ber. d. naturwiss.-med. Vereins Innsbruck* 18, 32-79 (1888/89)
- JEFFCOATE, T.N.A.: Male infertility. *Brit. med. J.* 1946/II, 185-191
- JOHNSON, A.D., W.R. GOMES, and N.L. VANDEMARK: Early actions of cadmium in the rat and domestic fowl testis. I.: Testis and body temperature changes caused by cadmium and zinc. *J. Reprod. Fertil.* 21, 383-393 (1970)
- JOHNSON, A.D., and W.J. MILLER: Early actions of cadmium in the rat and domestic fowl testis: II.: Distribution of injected ¹⁰⁹cadmium. *J. Reprod. Fertil.* 21, 395-405 (1970)
- JOHNSON, F.P.: Dissections of human seminiferous tubules. *Anat. Rec.* 59, 187-199 (1934)
- JOHNSON, M.H.: Changes in the blood-testis-barrier of the guinea-pig in relation to histological damage following iso-immunization with testis. *J. Reprod. Fertil.* 22, 119-128 (1970)
- JOHNSON, R.A.: Lymphatics of blood vessels. *Lymphology* 2, 44-56 (1969)
- JORANSON, Y., V.E. EMMEL, and H.J. PILKA: Factors controlling the arterial supply of the testis under experimental conditions. *Anat. Rec.* 41, 157-176 (1929)
- JORDAN, D.: Hodenhistologie bei Oligospermie in Abhängigkeit zur Spermatozoenzahl. Beiträge zur Sexualforschung, Hrsg. H. BÜRGER-PRINZ und H. GIESE. Heft 36. Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart 1966
- JORDAN, P. und H. NIERMANN: Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Andrologie in Deutschland. *andrologie* 1, 3-4 (1969)

- KAR, A.B. ., and R.P. DAS: Testicular changes in rats after treatment with cadmium chloride. Acta biol. med. germ. 5, 153-173 (1960)
- KAR, A.B. und R.P. DAS: Sterilisation of males by intra-testicular administration of cadmium chloride. Acta endocrinol. 40, 321-331 (1962)
- KARCHER, G.: Die Fertilität des behandelten pathologischen Hodenhochstandes (Bauch- und Leistenhoden) unter besonderer Berücksichtigung des Zeitpunktes der hormonellen bzw. operativen Therapie. Langenbecks Arch. klin. Chir. 317, 288-310 (1967)
- KIESSLING, W.: Dokumentation und Auswertung andrologischer Befunde. In: Neue Ergebnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 60-64. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965
- KLEIN, U.E.: Isoenzyme der alkalischen Phosphatase. Klinische Bedeutung, Zytotopik und mögliche Funktion. Dtsch. med. Wschr. 94, 526-529 (1969)
- KLINGMÜLLER, G.: Die Darstellung alkalischer Phosphatase in Capillaren. Hautarzt 9, 84-88 (1958)
- KLOSTERHALFEN, H.: Die operative Behandlung von Fertilitätsstörungen. In: Neue Ergebnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 85-91. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965
- KLOSTERHALFEN, H., P. KLEIN und C. SCHIRREN: Operative Therapie bei Infertilität des Mannes. Indikationstechnik-Ergebnisse. Urologe 7, 184-189 (1968)
- KNORRE, D.: Enzymatische Untersuchungen an Rattenhoden innerhalb 30 Tagen nach Cadmium-induzierter Nekrose. Virchows Arch. Abt. A. Path. Anat. 345, 255-263 (1968)
- KOCHER, R.: Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane. In: Deutsche Chirurgie. Lieferung 50 b, T.154, 138. F. Enke: Stuttgart 1887
- KÖLLIKER, A.: Mikroskopische Anatomie. Bd. 2, S. 389 ff. W. Engelmann: Leipzig 1854
- KÖLLIKER, A.: Handbuch der Gewebelehre. S. 533. W. Engelmann: Leipzig 1867
- KÖLLIKER, A.: Handbuch der Gewebelehre des Menschen für Ärzte und Studierende. 5. Auflage: W. Engelmann: Leipzig 1867; 6. Auflage: W. Engelmann: Leipzig 1887
- KOLB, G.: Histologische Untersuchungen an Hoden fertilitätsgestörter Männer. Inaug.-Diss., Heidelberg 1964

- KOPF, A.W.: The Distribution of alkaline Phosphatase in normal and pathologic human skin. Arch. Derm. (Chicago) 75, 1-44 (1957)
- KOPSCH, F.: In: RAUBER-KOPSCH, Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen Bd. 2, 19. Auflage. G. Thieme: Stuttgart 1955
- KORMANO, M.: Dye permeability and alkaline phosphatase activity of testicular capillaries in the postnatal rat. Histochemie (Berlin) 9, 327-338 (1967)
- KORMANO, M.: Effect of circulatory disturbance of the testis on the rectum-testis temperature difference in the rat. Acta physiol. scand. 69, 209-212 (1967)
- KORMANO, M.: Mikrovascular structure of the rat epididymis. Ann. Med. exp. Fenn. 46, 113-118 (1968)
- KORMANO, M., and A. PENTTILÄ: Distribution of endogenous and administered 5-Hydroxytryptamine in the rat testis and epididymis. Symposium on 5-HT, Helsinki, March 29-30, 1968. Ann. Med. exp. Fenn. 46, 468-473 (1968)
- KORMANO, M., P. KARHUNEN, and K. KAHANPÄÄ: Effect of long-term 5hydroxytryptamine treatment on the testis. Symposium on 5-HT, Helsinki, March 29-30, 1968. Ann. Med. exp. Fenn. 46, 474-478 (1968)
- KORMANO, M.: Penetration of intravenous trypan blue into the rat testis and epididymis. Acta histochem. 30, 133-136 (1968)
- KORMANO, M., and O. SUVANTO: Cadmium-induced changes in the intratesticular pressure in the rat. Acta path. microbiol. scand. 72, 444-445 (1968)
- KORMANO, M., and H. SUORANTA: Mikrovascular structure of the human testis. Scand. J. clin. Lab. Invest. 23, suppl. 108, 24 (1969)
- KOUDSTAAL, J., E.L. FRENSDORF, J. KREMER, J.M. MUDDE, and M.J. HARDONK: A clinical and histochemical study of disorders of the human testes. Acta endocr. (Kbh.) 55, 427-439 (1967)
- KOYANO, K.: Experimenteller und klinischer Beitrag zu den Veränderungen des Hodens, verursacht durch Störungen der lokalen Blutzirkulation. Arch. schol. med. univ. imp. Kioto 5, 275-301 (1923)
- KRAUSE, W.: Spezielle und makroskopische Anatomie. In: Handbuch der menschlichen Anatomie (G.F.T. KRAUSE) Bd. 2, T. 1. Hahn'sche Buchhandlung: 1. Auflage; Hannover 1841, 2. Auflage; Hannover 1842; 3. Auflage, Hannover 1879

- DE KRETZER, D.M.: The fine structure of the immature human testes in hypogonadotropic Hypogonadism. Virchows Arch. Abt. B. Zellpath. 1, 283-296 (1968)
- KRÖLLING, O.: In: O. KRÖLLING und H. GRAU: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. S. 315-326. 10. Auflage, P. Parey: Berlin und Hamburg 1960
- KUBIK, S.: The efferent vessels and the regional lymph nodes of the kidney, the ureter, the urinary bladder and the male genital organs. In: Progress in Lymphology. Proceedings of the international symposium on Lymphology, Zürich, July 19-23, 1966 (Ed. A. RÜTTIMANN) pp. 179-180. G. Thieme Verlag: Stuttgart 1967
- KÜGELGEN, A.v., B. KUHLO, W. KUHLO und K.J. OTTO: Die Gefäßarchitektur der Niere. Zwangl. Abh. a.d. Geb. d. norm. u. path. Anatomie Vol. 5. G. Thieme: Stuttgart 1959
- KÜGELGEN, A.v. und E. PASSARGE: Das Nierenbeckengefäßsystem als extraglomerulärer Blutweg: Korrosionsanatomie an der Hundeniere. Z. Anat. Entw.-Gesch. 122, 86-113 (1960)
- KYRLE,,: Ueber experimentell erzeugte Hodenatrophie. Cbl. allg. Path. path. Anat. 21, 454-455 (1910)
- LAGERLÖF, N.: Morphologische Untersuchungen über Veränderungen im Sperma und in den Hoden bei Bullen mit verminderter oder aufgehobener Fertilität. Levin & Mimsgaard (Kobenhavn): Upsala 1934
- LAIGNET et al. (1942): zit. nach SPOTOFT
- LAINE, J.B., R.S. TODD, and J.M. HOWARD: An experimental method of intravenous lymphangiography. Brit. j. Surg. 50, 866-869 (1963)
- LANE, J.W.: Radiographic studies in varicocele. U.S. Armed Forces Med. J. 6, 1589 (1955)
- LANG, J.: Über das Gleitgewebe der Sehnen, Muskeln, Fascien und Gefäße. Z. Anat. Entw.-Gesch. 122, 197-231 (1960/61)
- LANG, J.: Über die Kapillaren der Wand und Adventitia mittelgroßer Arterien und Venen des Unterschenkels und Unterarmes. Verh. anat. Ges., 57. Vers., Hamburg, 24.-26.5.1961. Anat. Anz. 111, Erg.-H., 44-61 (1962)
- LANG, J. und A. NORDWIG: Über die Membrana elastica interna von Arterien muskulären Typs. Z. Zellforsch. 73, 313-325 (1966)

- LANZ, T.v. und G. NEUHÄUSER: Morphometrische Analyse des menschlichen Nebenhodens. Z.Anat. Entw.-Gesch. 124, 126-152 (1964)
- LASOWSKY, J.M.: Beobachtungen über die Wirkung hoher Temperatur der Außenwelt auf die Hoden von weissen Mäusen. Virchows Arch. Path. Anat. 280, 311-329 (1931)
- LASZT, L.: Untersuchungen über die elastischen Eigenschaften der Blutgefäße im Ruhe- und Kontraktionszustand. Angiologica (Basel) 5, 14-27 (1968)
- LAUTH, A.: Neues Handbuch der praktischen Anatomie oder Beschreibung aller Theile des menschlichen Körpers, mit besonderer Rücksicht auf ihre gegenseitige Lage nebst der Angabe über die Art, dieselben zu zergliedern und anatomische Präparate anzufertigen. L.F. Rieger & Co/K. Gerold: Stuttgart-Leipzig-Wien 1835
- LEBLOND, C.P., and Y. CLERMONT: Definition of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium of the rat. Ann. New York Acad. Sci. 55, 548-573 (1952)
- LEBLOND, C.P., and Y. CLERMONT: Spermiogenesis of the rat, mouse, hamster and guinea pig as revealed by the "periodic acid fuchsin sulfurous acid" technique. Amer. J. Anat. 90, 167-206 (1952)
- LEDER, L.-D.: Der Blutmonocyt. Morphologie-Herkunft-Funktion und prospektive Potenz - Monocytenleukämie. Experimentelle Medizin, Pathologie und Klinik Bd.23. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1967
- LEGER, L., C. PROUX et M. DURANTEAU: Phlébographie rénale et cave inférieure par injection intraparenchymateuse. Presse méd. 67, 141-143 (1957)
- LEIDL, W.: Über den Einfluß der Hodenbiopsie auf das Sperma beim fertilen Tier. Beitr. Fertil. Steril. (Beilageheft zur Z. Geburtsh. 157), 3. Folge, Hrsg. R. FIKENTSCHER, S. 139-145. Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart 1961
- LENNINGER, W.: Das Hodenzwischengewebe der Haussäugetiere. Z. Anat. Entw.-Gesch. 68, 230-242 (1923)
- LEONARD, S.L., and J.B. HAMILTON: Comparison and rate of testicular degeneration in rats after cryptorchidism and hypophysectomy. Anat. Rec. 68, 497-502 (1937)
- LEREBOULLET, A.: Recherches sur l'anatomie des organes genitaux des animaux vertébrés. Memoire courbbonne par l'academie des Sciences de Paris. - Academie des Scionces: Paris 1848

- LEYDIG, F.: Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugetiere. Z. wiss. Zool. 2, 1-57 (1850)
- LEYDIG, F.: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Meidinger Sohn & Cie: Frankfurt 1857
- LOEBENSTEIN, H.: Dissoziation von Hoden und Nebenhoden: Z. Urol. 62, 61-63 (1969)
- LONG, M.E., and E.T. ENGLE: Cytochemistry of the human testis. Ann. New York Acad. Sci. 55, 619-628 (1952)
- LUDWIG, C.F.: William CRUIKSHANK's Geschichte und Beschreibung der einsaugenden Gefäße oder Saugadern des menschlichen Körpers. Aus dem Englischen, mit einigen Anmerkungen und Kupfertafeln herausgegeben von Dr. Christian Friedrich LUDWIG (William CRUIKSHANK's und Paul MASCAGNI's Geschichte und Beschreibung der Saugadern des menschlichen Körpers, Bd. 1, im Verlag der Weidmann'schen Buchhandlung: Leipzig 1789
- LUDWIG, C. und W. TOMSA: Die Lymphwege des Hodens und ihr Verhältniss zu den Blut- und Samengefäßen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. (Wien), math.-naturw. Kl. II a, 46, 221-237 (1862)
- LUSCHKA, H.: Die Anatomie des Menschen mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der praktischen Heilkunde. Bd. 2, S. 273. H. Laupp: Tübingen 1864
- MACHER, E.: Über die Aussagemöglichkeiten der Hodenbiopsie im Rahmen der Fertilitätsdiagnostik. Münch. med. Wschr. 101, 1821-1823 (1959)
- MacLEOD, J., and R.Z. GOLD: The male factor in fertility and infertility. II.: Spermatozoen counts in 1000 men of known fertility and in 1000 cases of infertile marriage. J. Urol. (Baltimore) 66, 436-449 (1951)
- MacLEOD, J.: Seminal cytology in the presence of varicocele. Fertil. and Steril. 16, 735-757 (1965)
- MacLEOD, J.: Further observations on the role of varicocele in human male infertility. Fertil. and Steril. 20, 545-563 (1969)
- MacMILLAN, E.W.: The blood supply of the epididymis in man. Brit. j. Urol. 26, 60-71 (1954)
- MAIER, W.A.: Die operative Therapie des Hodenhochstandes. Verh. Dtsch. Dermat. Ges., 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. Arch. klin. exp. Derm. 227, 711-714 (1966)

- MALL, G.D.: Über den Wandbau der mittleren und kleineren Lymphgefäße des Menschen. *Z. Anat. Entw.-Gesch.* 100, 521-558 (1933)
- MANCINI, R.E., J. NOLAZCO, and F.A. De La BALZE: Histochemical study of normal adult human testes. *Anat. Rec.* 114, 127-147 (1952)
- MARTIN, P.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 2. Auflage, Schickhardt & Ebner: Stuttgart 1912-1923
- MARTINI, E.: Ein experimenteller Beitrag zum Studium der Chirurgie des Hodens. *Z. Urol.* 2, 631 (1908); zit. n. KOYANO (1923)
- MASCAGNI, P.: Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et ichnographia. Typographia C. Pazzini: Senis 1787
- MASON, K.E., and S.L. SHAVER: Some functions of the caput epididymidis. *Ann. New York Acad. Sci.* 55, 685-693 (1952)
- MASON, K.E., J.A. BROWN, and R.R. NESBIT: Cadmium-induced injury of the rat testis. *Anat. Rec.* 145, 257-258 (1963)
- MASON, K.E., J.A. BROWN, J.O. YOUNG, and R.R. NESBIT: Cadmium-induced injury of the rat testis. *Anat. Rec.* 149, 135-148 (1964)
- MASON, K.E., and J.O. YOUNG: Effectiveness of selenium and zinc in protecting against cadmium-induced injury of the rat testis. Symposium: Selenium in Biomedicine, pp. 383-394. Avi Publishing Co.: Westport, Conn. (1968)
- MASON, K.E., and J.O. YOUNG: Effect of cadmium upon the excurrent duct systems of the rat testis. *Anat. Rec.* 159, 311-323 (1968)
- MAUSS, J., H.A. HIENZ, J.G. RAUSCH-STROOMANN, R. PETRY und Th. SENGE: Histologische Untersuchungen am Hoden des Menschen nach wiederholter Biopsie. *Hautarzt* 20, 310-314 (1969)
- MAYERSBACH, H.v.: The significance of circadian cycles in histochemical work. 3rd internat. Congr. of Histochemistry and Cytochemistry New York, 18.-22.8.1968. Summary reports, p. 285. Springer Verlag New York inc.: New York 1968
- MAXIMOW, A.A., and W. BLOOM: A textbook of histology. 7th. Ed. W.B. Saunders & Cie: Philadelphia and London 1957

- McCULLAGH, E.P., and C.A. SCHAFFENBURG: The role of the seminiferous tubules in the production of hormones. Ann. N.Y. Acad. sci. 55, 674-684 (1952)
- MECKEL, J.F.: Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. 3, Bd. 4. Buchhandlung des Halleschen Waisenhauses: Halle und Berlin 1820
- MESSING, W.: Anatomische Untersuchungen über die Testikel der Säugetiere unter besonderer Berücksichtigung des Corpus Highmori. Inaug.-Diss., Dorpat 1877
- MEYHÖFER, W. und J. WOLF: Varikozele und Fertilität. Derm. Wschr. 142, 1116-1121 (1960)
- MEYHÖFER, W.: Diskussionsbemerkung zu R. HAENSCH: Variocoele und Subfertilität. In: Beiträge zur Fertilität und Sterilität, 5. Folge, Hrsg. R. FIKENT-SCHER, S. 45-46. Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart 1968
- MIHALKOVICS, V.v.: Beiträge zur Anatomie und Histologie des Hodens. Verh. kgl. sächs. Ges. d. Wissenschaften (Leipzig), Meth.-phys. Classe 25, 217-256 (1873)
- MIFLET, J.: Ueber die pathologischen Veränderungen des Hodens, welche durch Störungen der localen Blut-circulation veranlasst werden. Langenbecks Arch. klin. Chir. 24, 399-428 (1879)
- MILBRADT, R.: Neuere Erkenntnisse in der Ätiologie, Therapie und Prophylaxe männlicher Fertilitätsstörungen. Hautarzt 17, 97-100 (1966)
- MITCHELL, W.A., and R.L. BACON: The blood supply of the testis and adnexa of the mouse. Anat. Rec. 127, 475 (1957)
- MOLNAR, J., M. TOTH und A. BABICS: Untersuchungen über die Verbindung zwischen Cauda und Corpus des menschlichen Nebenhodens. In: Neue Ergebnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 31-34. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965
- MOLNAR, J.: Urologische Gesichtspunkte bei Hodenhochstand. Verh. Dtsch. Dermat. Ges. 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. Arch. klin. exp. Derm. 227, 714-718 (1966)
- MOLONEY, W.C., K. McPHERSON, and L. FLIEGELMAN: Esterase-activity in leucocytes demonstrated by the use of naphthol AS-D chloroacetate substrate. J. Histochem. Cytochem. 8, 200-207 (1960)

- MONRO, A. (jun.): *Dissertatio de testibus et de semine in variis animalibus*. Edinburgh 1755
- MONRO, A. (jun.): Description of the seminal vessels. In *Edinb. essays and observ. phys. and lit.* 1, 396 (1755)
- MONTAGNA, W., and J.B. HAMILTON: Histological studies of human testes. I.: The distribution of lipids. *Anat. Rec.* 109, 635-659 (1951)
- MONTAGNA, W.: Some cytochemical observations on human testes and epididymides. *Ann. New York Acad. Sci.* 55, 629-642 (1952)
- MONTAGNA, W., and J.B. HAMILTON: Histological studies of human testis. II.: The distribution of glycogen and other reactive substances. *Anat. Rec.* 112, 237-249 (1952)
- MOON, K.H., and R.G. BUNGE: Observations on the biochemistry of human semen. II: Alkaline phosphatase. *Fertil. and Steril.* 19, 766-770 (1968)
- MOORE, C.M., and W.J. QUICK: A comparison of scrotal and peritoneal temperatures. 22th Ann. Meeting, Amer. Soc. Zool.; *Anat. Rec.* 26, 344 (1923)
- MOORE, C.M., and R. OSLUND: Experimental studies on sheep testes. 22th Ann. Meeting, Amer. Soc. Zool.; *Anat. Rec.* 26, 343-344 (1923)
- MOORE, C.M., and H.D. CHASE: Heat application and testicular degeneration. 22th Ann. Meeting, Amer. Soc. Zool.; *Anat. Rec.* 26, 344-345 (1923)
- MOORE, C.M., and W.J. QUICK: The scrotum as a temperature regulator for the testes. *Amer. J. Physiol.* (Baltimore) 68, 70-79 (1924)
- MOORE, C.M.: Properties of the gonads as controllers of somatic and psychical characteristics. VI.: Testicular reactions in experimental cryptorchidism. *Amer. J. Anat.* 34, 269-316 (1924)
- MOORE, C.M.: Properties of the gonads as controllers of somatic and psychical characteristics. VIII.: Heat application and testicular degeneration; the function of the scrotum. *Amer. J. Anat.* 34, 337-358 (1924)
- MOORE, C.M.: The behavior of the germinal epithelium in testis grafts and in experimental cryptorchid testes (rat and guinea pig) *Science (N.Y.)* 59, 41-44 (1924)

- MOORE, C.M.: The behavior of the testis in transplantation, experimental cryptorchidism, vasectomy, scrotal insulation, and heat application. *Endocrinol. (Cincinnati)* 3, 493-508 (1924)
- MOORE, C.M.: The biology of the mammalian testis and scrotum. *Quart. rev. Biol.* 1, 4-50 (1926)
- MORI, K.: Identification of lymphatic vessels after intraarterial injection of dyes and other substances. *Mikrovascular Res.* 1, 268-274 (1959)
- MORRIS, H.: A treatise on human anatomy. p. 1067. J. & A. Churchill: London 1893
- MOST, : Ueber die Lymphgefäße und Lymphdrüsen des Hodens. *Arch. Anat. Entw.-Gesch. (Arch. Anat. Physiol., anat. Abt.)* 1899, 113-123
- MÜLLER, I.: Kanälchen- und Capillararchitektonik des Rattenhodens. *Z. Zellforsch.* 45, 522-537 (1956/57)
- MURAKAMI, M.: Elektronenmikroskopische Untersuchungen am interstitiellen Gewebe des Rattenhodens, unter besonderer Berücksichtigung der Leydigischen Zwischenzellen. *Z. Zellforsch.* 72, 139-156 (1966)
- NEUHAUS, F.: Gefäßversorgung des Hodens und Nebenhodens. Freie Vereinigung der Chirurgen *Berlin*, 148, Vers., 19.6.1905; *Zbl. Chir.* 32, 803 (1905)
- NEUMANN, K.: Infertilität des Mannes nach Leistenbruchoperationen unter Berücksichtigung operativ behandelter Hodendystopien, Inaug.-Diss., Gießen 1960
- NIEMI, M., M. HÄRKÖNEN, and A. KOKKO: Localization and identification of testicular esterases in the rat. *J. Histochem. Cytochem.* 10, 186-193 (1962)
- NIEMI, M.: Esterase Activity of rat testis during various developmental and functional stages. 2. internat. Kongreß f. Histo- und Cytochemie, Frankfurt, 16.-21.8.1964, Hrg. T.H. SCHIEBLER, A.G.E. PEARSE und H.H. WOLFF, S. 209. Springer Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964
- NIEMI, M., and M. KORMANO: An angiographic study of cadmium-induced vascular lesions in the testis and epididymis of the rat. *Acta path. microbiol. scand.* 63, 513-521 (1965)
- NIEMI, M., and M. KORMANO: An angiographic study of cadmium-induced vascular lesions in the testis and epididymis of the rat. *Acta path. microbiol. scand.* 63, 513-521 (1965)

- NIEMI, M., and M. KORMANO: Response of the Cycle of the seminiferous epithelium of the rat testis to artificial cryptorchidism. *Fertil. and Steril.* 16, 236-242 (1965)
- NIERMANN, H.: Ergebnisse der Untersuchungen von 2000 Patienten mit Fertilitätsstörungen. *Verh. Dtsch. Dermat. Ges.*, 24. Tagung, Düsseldorf, 10.-13.9. 1958. *Arch. klin. exp. Derm.* 211, 156-160 (1960)
- NIERMANN, H.: Eigene Erfahrungen bei der Behandlung des Hodenhochstandes. *Verh. Dtsch. Dermat. Ges.*, 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. *Arch. klin. exp. Derm.* 227, 718-722 (1966)
- NIKOLOWSKI, W.: Die Zeugungsfähigkeit des Mannes und ihre Störungen. In: *Dermatologie und Venerologie* (Hrsg. H. A. GOTTRON und W. SCHÖNFELD) Bd. 1, T.2, S.1272-1358. G. Thieme Verlag: Stuttgart 1962
- NIKOLOWSKI, W.: Diskussionsbemerkung zu R. HAENSCH: Varicocele und Subfertilität. In: *Beiträge zur Fertilität und Sterilität*, 5. Folge, Hrsg. R. FIKENTSCHER, S. 44. Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart 1968
- NILSSON, S., K.O. OBRANT, and P.S. PERSSON: Changes in the testis Parenchyma caused by acute nonspecific epididymitis. *Fertil. and Steril.* 19, 748-757 (1968)
- OEHMKE, H.J.: Periphere Lymphgefäße des Menschen und ihre funktionelle Struktur. Licht- und elektronenmikroskopische Studien. *Z. Zellforsch.* 90, 320-332 (1968)
- OETTLÉ, A.G., and R.G. HARRISON: The histological changes produced in the rat testis by temporary and permanent occlusion of the testicular artery. *J. Path. Bact.* 64, 273-297 (1952)
- OSTROWERCHOWA, W.G. (1960): zit. nach SHDANOW, D.A. (1962)
- PAGE, H.W.: Twisted spermatic cord and gangrene of the testis. *Lancet* 1892/2, 257
- PALOMO, A.: Radical cure of varicocele by a new technique: preliminary report. *J. Urol. (Baltimore)* 61, 604-607 (1949)
- PALTI, Z., S. KEDAR, and W.Z. POLISHUK: Ligature of left spermatic vein in the treatment of oligospermia. *Fertil. and Steril.* 19, 631-636 (1968)
- PARIZEK, J.: Effect of cadmium salts on testicular tissue. *Nature (London)* 177, 1036-1037 (1956)
- PARIZEK, J.: The destructive effect of cadmium ion on testicular tissue and its prevention by zinc. *J. Endocrinol.* 15, 56-63 (1957)

- PARIZEK, J.: Sterilization of the male by cadmium salts. J. reprod. Fertil. 1, 294-309 (1960)
- PASTEAU, O.: In P.J. POIRIER et A. CHARPY, Traité d'anatomie humaine. Vol. 5, p.268. Masson & Cie; Paris 1901
- PAUFLER, S.K., and R.H. FOOTE: Semen quality and testicular function in rabbits following repeated testicular biopsy and unilateral castration. Fertil. and Steril. 20, 618-625 (1969)
- PEARSE, A.G.E.: Histochemistry. Theoretical and applied. 2nd Ed. J & A. Churchill, Ltd.: London 1960
- PELLANDA, C.: La circulation artérielle du testicule. Int. Mschr. Anat. Physiol. 20, 366-378 (1903)
- PERIER, C.: Considérations sur l'anatomie et la physiologie et sur un mode de traitement du varicocèle. Inaug.-Diss., Paris 1864
- PETERSEN, H.: Histologie und mikroskopische Anatomie. J.F. Bergmann: München 1935
- PFLEGER, L.: Histologie und Histopathologie cutaner Lymphgefäße der unteren Extremitäten. I. Mitteilung: Morphologie der cutanen Lymphgefäße. Arch. klin. exp. Derm. 221, 1-22 (1964)
- PFLEGER, L.: Histologie und Histopathologie cutaner Lymphgefäße der unteren Extremitäten. II. Mitteilung: Pathologie der cutanen Lymphgefäße. Arch. klin. exp. Derm. 221, 23-58 (1964)
- PHILIPPS, R.W., and F.F. MCKENZIE (1934): zit. nach HANLEY (1956)
- PICQUE, R. et G. WORMS: Les voies anastomotiques de la circulation artérielle testiculo-epididymaire. J. Anat. (Paris) 45, 51-64 (1909)
- POPESKO, P.: Vaskularizácia býcieho semenníka. Pars convoluta et pars marginalis A. spermaticae internae. Folia vet. 9, 137-146 (1965)
- POPESKO, P.: Intra-organ lymphatic system of male gonad of bull. Folia vet. 10, 33-42 (1966)
- POPESKO, P. und M. VRZGULOVA: The course and shape of the arteries in the devascularized testis of rams with regenerated or perished parenchyma. Folia vet., im Druck (1970) (persönliche Mitteilung)
- PUFF, A.: Die funktionelle Bedeutung des elastisch-muskulösen Systems in den Kranzarterien. Morph. Jb. 100, 546-558 (1960)

- QUAIN's Elements of Anatomy. Ed. by E.A. SCHAEFER and G. D. THANE, Vol. 2. Longman's, Green & Co: London 1894
- RABOCH, J., and Z. ZÁHOR: Indications of testicular biopsy in sterile men. J. Reprod. Fertil. 2, 290-294 (1961)
- RABOCH, J., Z. ZÁHOR und J. HOMOLKA: Varikokely a funkce varlat. Čas. Lék. čes. 191, 1149-1154 (1962)
- RABOCH, J., Z. ZÁHOR, and J. HOMOLKA: Varicocele and testicular function (Russisch mit englischer Zusammenfassung). Urologia 27, 31-36 (1962)
- REALE, E.: Elektronenmikroskopie der Gefäßwand. Med. Welt (N.F.) 17, 1-4 (1966)
- REGAUD, : Les vaisseaux lymphatiques du testicule et les faux endothéliums de la surface des tubes séminifères. Inaug.-Diss., Lyon 1897
- REGAUD, C., et F. BARJON: Anatomie pathologique du Système lymphatique. Ann. Univ. Lyon: Lyon 1897
- RENAUT, J.: Traité d'Histologie pratique. Corbeil: Paris 1889
- RENYI-VAMOS, F.: Der Lymphkreislauf von Hoden und Nebenhoden. Acta med. acad. sci. Hungaricae 6, Suppl. 1, 36-41 (1954)
- RENYI-VAMOS, F.: Das innere Lymphgefäßsystem der Organe. Anatomie und Klinik. Verlag d. ungar. Akad. d. Wissenschaften: Budapest 1960
- REYNOLDS, S.R.M.: Morphological determination of the flow characteristics between an artery and its branch, with special reference to the ovarian spiral artery in the rabbit. Acta anat. (Basel) 5, 1-16 (1948)
- RHODIN, J.A.: Ultrastructure of mammalian venous capillaries, venules, and small collecting veins. J. ultrastruct. res. 25, 452-500 (1968)
- RIVO, E., and J. ROCK: Thermogenic effect on spermatogenesis. 21st Ann. Meet. Amer. Soc. Stud. Steril., San Francisco, Calif., April 1965
- RIVO, E., and J. ROCK (1965): zit. nach HAENSCH und HORNSTEIN (1968)
- ROBB, W.A.T.: Operative treatment of varicocele. Brit. med. J. 1954/II, 355-356

- ROEMMELE, O.: Biologische und physiologische Untersuchungen an Sperma und Scheidensekret des Rindes im Hinblick auf die künstliche Besamung. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zoologie und Physiologie der Tiere, 44, 85-148 (1928)
- RÖSSLE, R.: Über wenig beachtete Formen der Entzündung von Parenchymen und ihre Beziehung zu Organsklerosen. Verh. Dtsch. Ges. Path. 27. Vers. Rostock 22.-25. Mai 1934. Cbl. allg. Path. path. Anat. 60, Erg.-H. 152-164 (1934)
- RÖSSLE, R.: Über die Grenzformen der Entzündung und über die serösen Organentzündungen im Besonderen. Klin. Wschr, 14, 769-773 (1935)
- RÖSSLE, R.: Über die serösen Entzündungen der Organe. Virchows Arch. path. Anat. 311, 252-343 (1943)
- ROHEN, J.W. und A. CASTENHOLZ: Neuere Erkenntnisse über die funktionelle Morphologie der peripheren Strombahn. Med. Welt (N.F.) 20, 685-691 (1969)
- ROHEN, J.W. und A. CASTENHOLZ: Morphologische Grundlagen der Zirkulation und Permeabilität im Bereich der Endstrombahn. In: Neue Aspekte der Trasytol-Therapie 3. Die klinische Bedeutung der Gefäß- und Kreislaufwirkung von Trasytol. Bericht über ein internationales Symposium in München am 11.11. 1968, Hrsg. G.L. HABERLANDT und P. MATIS, S. 1-19. F.K. Schattauer Verlag: Stuttgart-New York 1969
- ROLSHOVEN, E.: Die funktionellen Strukturen des Hodenbindegewebes, Morph. Jahrb. 79, 235-275 (1937)
- ROOSEN-RUNGE, E.C.: Untersuchungen über die Degeneration samenbildender Zellen in der normalen Spermatogenese der Ratte. Z. Zellforsch. 41, 221-235 (1955)
- ROOSEN-RUNGE, E.C.: The structure of the rat testis in the albino rat. Amer. Ass. Anat. 70th Ann. Session, Bethesda, Md. Anat. Rec. 127, 357 (1957)
- ROOSEN-RUNGE, E.C.: Der primitive Bauplan der männlichen Keimdrüsen der Säugetiere. Verh. Anat. Ges. 55, Vers. Frankfurt/M., 9.-13.9.1958. Anat. Anz. (Erg.-H.) 105, 248-251 (1959)
- ROOSEN-RUNGE, E.C.: The rete testis in the albino rat: It's structure, development and morphological significance. Acta anat. (Basel) 45, 1-30 (1961)
- ROSS, M.H.: The fine structure and Development of the peritubular contractile cell component in the seminiferous tubule of the mouse. Amer. J. Anat. 121, 523-558 (1967)

- ROUVIERE, H.: Anatomie des Lymphatiques de l'homme.
Masson & Cie: Paris 1932
- ROWLEY, M.J., and C.G. HELLER: The testicular biopsy:
Surgical procedures, fixation, and staining tech-
nics. Fertil. and Steril. 17, 177-186 (1966)
- RUSSEL, J.K.: Varicocele in groups of fertile and sub-
fertile males. Brit. med. J. 1954/I, 1231-1233
- RUSSEL, J.K.: Varicocele, age and fertility. Lancet
1957/II, 222-223
- RUSZNYÁK, I., M. FÖLDI und G. SZABÓ: Physiologie und
Pathologie des Lymphkreislaufes. Verlag d. ungar.
Akademie d. Wissenschaften: Budapest 1957
- RÜTTE, B.v.: Die Hodentorsion. Praxis (Bern) 56, 119-
124 (1967)
- SAMINI, P., L. KOSŁOWSKI und E. KNAUF: Klinische Erfah-
rungen bei der Behandlung des Kryptorchismus.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 307, 195-212 (1964)
- SAPPEY, P.C.: Traité d'anatomie descriptive. Vol. 4,
p. 612. Masson: Paris 1873
- SAPPEY, P.C.: Anatomie, physiologie, pathologie vais-
seaux lymphatiques, considérés chez l'homme et les
vertébrés. Masson: Paris 1874-1886
- SCHADE, H. und T. WOHLLEBEN: Über den Röntgennachweis
der Pulsübertragung von Arterie zu Vene. Klin.
Wschr. 12, 296-298 (1933)
- SCHADE, H., F. HÄBLER, O. HEPP, H. PICH und H.v. PEIN:
Die Pulsübertragung von der Arterie auf die Vene
und ihre Bedeutung für den Blutkreislauf. Z.
Kreislaufforsch. 28, 131-144; 153-172 (1936)
- SCHAEFER, H.E. und R. FISCHER: Der Peroxydasenachweis an
Ausstrichpräparaten sowie an Gewebsschnitten nach
Entkalkung und Paraffineinbettung. Klin. Wschr.
46, 1228-1230 (1968)
- SCHENK, E.A., and A. EL BADAWI: Dual innervation of ar-
teries and arterioles. A histochemical study. Z.
Zellforsch. 91, 170-177 (1968)
- SCHINZ, H.R. und B. SŁOTOPOLSKY: Beitrag zur experimen-
tellen Pathologie des Hodens. Denkschr. Schweiz.
Naturforsch. Ges. 61, 27-137 (1924)
- SCHIRREN, C.: Diskussionsbemerkung. In: Beitrag zur
Fertilität und Sterilität, 3. Folge, Hrsg. R.
FIKENTSCHER, S. 193. Ferdinand Enke Verlag:
Stuttgart 1961

- SCHIRREN, C.: Das andrologische Gutachten: Infertilität bei sog. Kryptorchismus. Z. Haut- u. Geschl.-Kr. 39, 306-312 (1965)
- SCHIRREN, C.: Die Therapie von Fertilitätsstörungen und Bewertung des Behandlungserfolges. In: Neue Erkenntnisse der Andrologie, Hrsg. C. SCHIRREN, S. 64-69. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York 1965
- SCHIRREN, C. und I. ROSSBERG: Klinische und histologische Studien beim sogenannten Sertoli-Zell-Syndrom. Arch. klin. exp. Derm. 221, 584-599 (1965)
- SCHIRREN, C.: Einführung zum 2. Thema. Symposium IV: Der Hodenhochstand. Verh. Dtsch. Dermat. Ges., 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. Arch. klin. exp. Derm. 227, 702-703 (1966)
- SCHIRREN, C. und O. STEENO: Ergebnisse der Hodenhochstandtherapie. Verh. Dtsch. Dermat. Ges., 27. Tagung, Freiburg i.Br., 29.9.-3.10.1965. Arch. klin. exp. Derm. 227, 226-231 (1966)
- SCHIRREN, C. und H. KLOSTERHALFEN: Die Spermatogenese bei Varicocele. Z. Haut- u. Geschl.-Kr. 40, 372-377 (1966)
- SCHIRREN, C. und G. GEY: Der Einfluß des Rauchens auf die Fortpflanzungsfähigkeit bei Mann und Frau. Z. Haut- u. Geschl.-Kr. 44, 175-182 (1969)
- SCHMALZL, F. und H. BRAUNSTEINER: Cytochemische Darstellung von Esteraseaktivitäten in Blut- und Knochenmarkszellen. Klin. Wschr. 46, 642-650 (1968)
- SCHMALZL, F. und H. BRAUNSTEINER: Zur Cytochemie der Monocytenleukämie. Klin. Wschr. 46, 1185-1195 (1968)
- SCHMIDT, F.C.: Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen am menschlichen Hoden und Nebenhoden. Z. Zellforsch. 63, 707-727 (1964)
- SCHUMMER, A.: Ein neues Mittel ("Plastoid") und Verfahren zur Herstellung korrosions-anatomischer Präparate. Anat. Anz. 81, 177-201 (1935)
- SCHUMMER, A.: Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren. Anat. Anz. 98, 288-290 (1951)
- SCHUMMER, A. und R. NICKEL: Eingeweide. In: R. NICKEL, A. SCHUMMER und E. SEIFERLE: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Bd. 2. Paul Parey: Berlin und Hamburg 1960

- SCHWEIZER, R.: Über die Bedeutung der Vascularisation, des Binnendruckes und der Zwischenzellen für die Biologie des Hodens. *Z. Anat. Entw.-Gesch.* 89, 775-796 (1929)
- SCOTT, L.S.: The effects of varicocele on spermatogenesis. *Stud. Fertil.* 10, 33-40 (1958)
- SCOTT, L.S.: Varicocele ligation with improved fertility. *J. Reprod. Fertil.* 1, 45-51 (1960)
- SCOTT, L.S.: The subfertile men. A study of certain aspects. M.D. Thesis. Glasgow 1960
- SCOTT, L.S.: Varicocele. A treatable cause of subfertility. *Brit. med. J.* 1961/I, 788-790
- SCOTT, L.S., and D. YOUNG: Varicocele: A study of its effects on human spermatogenesis, and of the results produced by spermatic vein ligation. *Fertil. and Steril.* 13, 325-334 (1962)
- SEBILEAU, et J. ARROU: La circulation du testicule. *Bull. soc. biol. (Paris)* 4, 53-55 (1892)
- SETCHELL, B.P., and G.M.H. WAITES: Pulse attenuation and countercurrent heat exchange in the internal spermatic artery of some Australian marsupials. *J. Reprod. Fertil.* 20, 165-169 (1969)
- SETCHELL, B.P.: Testicular blood supply, lymphatic drainage and secretion of fluid. In: *Testicular physiology and biochemistry*, ed by A.D. JOHNSON, W. R. GOMES, and W.L. VANDEMARK. Academic Press: New York and London: 1970 im Druck (persönliche Mitteilung)
- SHDANOW, D.A.: Zur Lösung der Streitfragen über die funktionelle Morphologie des Lymphgefäßsystems. *Anat. Anz.* 111, 17-50 (1962)
- SIEGLBAUER, F.: Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen, 6. Auflage, Urban & Schwarzenberg: Berlin und Wien 1944
- SIMMONS, F.A.: Correlation of testicular biopsy material with semen analysis in male infertility. *Ann. New York Acad. Sci.* 55, 643-656 (1952)
- SMITH, G.: The effects of ligation of the vasa efferentia and vasectomy on testicular function in the adult rat. *J. Endocrinol. (Cambridge)* 23, 385-399 (1962)
- SNIFFEN, R.C.: Histology of the normal and abnormal testis at puberty. *Ann. New York Acad. Sci.* 55, 609-618 (1952)
- SOEMMERING, S.T.v.: Vom Baue des menschlichen Körpers. Bd. 3, T. 2, Hrsg. F.W. THEILE, S. 323. J. Vogel: Leipzig 1841

- SORGER, K.: Über Veränderungen der Vasa vasorum bei Medianecrosis aortae. Virchows Arch. Abt. A. Path. Anat. 345, 107-120 (1968)
- SPANNER, R.: Der Abkürzungskreislauf der menschlichen Niere. Beitrag zur Kenntnis der Leistungszerlegung ihres Gefäßsystems. Klin. Wschr. 15, 1421-1423 (1937)
- SPANNER, R.: Über Gefäßkurzschlüsse in der Niere. Verh. Anat. Ges. 45. Vers., Königsberg, 24.-27.8.1937. Anat. Anz. (Erg.-H.) 85, 81-90 (1937/38)
- SPANNHOFF, L.: Einführung in die Histochemie. VEB Gustav Fischer: Jena 1964
- SPOTOFT, J.: Varicocele. Acta chir. Scand. 86, 1-36 (1942)
- STAUBESAND, J.: Eigenarten des Gefäßmusters bei räumlicher und bei flächenhafter Ausbreitung der arteriellen Strombahn in Organen. Verh. d. Dtsch. Ges. f. Kreislaufforsch. 22, 263-267 (1956)
- STAUBESAND, J.: Die Blutstrombahn des Nierenbeckens als Quelle renaler Vasa privata. Verh. anat. Ges. 54. Vers., Freiburg. Anat. Anz. (Erg.-H.) 104, 339-347 (1957)
- STAUDT, J. und J. WENZEL: Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem des Nebenhodens beim Kaninchen und seine Beziehungen zum Hoden. Z. mikr.-anat. Forsch. 72, 154-168 (1964)
- STAUDT, J. und J. WENZEL: Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem des Kaninchenhodens. Z. mikr.-anat. Forsch. 73, 60-72 (1965)
- STAUDT, J.: Mikroskopische Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Fixierungsgemische auf den Gefäßinhalt und dessen Bedeutung für die Unterscheidung zwischen Venen und Lymphgefäßen. Z. mikr.-anat. Forsch. 76, 113-127 (1967)
- STEIGLEDER, G.K. und H. LÖFFLER: Zum histochemischen Nachweis unspezifischer Esterasen und Lipasen. Arch. klin. exp. Derm. 203, 41-60 (1956)
- STEIGLEDER, G.K. und K. SCHULTIS: Die Bedeutung des Nachweises unspezifischer Esterasen in Bindegewebszellen der Haut. Arch. klin. exp. Derm. 204, 448-456 (1957)
- STEIGLEDER, G.K.: Briefliche Mitteilung (1969)

- STEINBERGER, E., and D.Y. TJIOE: Spermatogenesis in rats testes after experimental ischemia. *Fertil. and Steril.* 20, 639-649 (1969)
- STIEDA, L.: Ueber den Bau des Menschen-Hoden. *Arch. mikr. Anat.* 14, 17-50 (1877)
- STIEVE, F.: Der Erfolg höherer Außentemperatur auf die Keimdrüsen der Hausmaus. *Verh. Anat. Ges.*, 32. Tagung, Heidelberg, 23.-26.4.1923.- *Anat. Anz.* 57, (Erg.-H.) 28-53 (1923)
- STIEVE, F.: Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Gesamtkörper und Keimdrüsen. II.: Beobachtungen und Versuche an männlichen Hausmäusen und männlichen Feldmäusen, zugleich ein weiterer Beitrag zur Zwischenzellenfrage. *Arch. mikr. Anat.* 99, 390-570 (1923)
- STIEVE, F.: Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Gesamtkörper und Keimdrüsen. III.: Beobachtungen an menschlichen Hoden. *Z. mikr.-anat. Forsch.* 1, 496-512 (1925)
- STIEVE, F.: Harn- und Geschlechtsapparat. Zweiter Teil: männliche Genitalorgane. In: *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Hrsg. v. MÖLLENDORFF, Bd. 7, T. 2, S. 1-399. Julius Springer Verlag: Berlin 1930
- STÖHR, P.: Lehrbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen mit Einschluß der mikroskopischen Technik. S. 170. G. Fischer: Jena 1887
- STOLL, P.: Geleitwort zu G. SILLÓ-SEIDL: Die Untersuchung und Behandlung des kinderlosen Ehepaares. J.F. Lehmann Verlag: München 1967
- SUVANTO, O., and M. KORMANO: Spontaneous contractility of the rat seminiferous tubule in relation to the stage of the cycle of the seminiferous epithelium. *Scand. J. clin. Lab. invest.* 21, Suppl. 101, 66 (1968)
- SUVANTO, O., and M. KORMANO: Effect of cryptorchidism and cadmium injury on the contractility of the rat seminiferous tubules. *Scand. J. clin. Lab. invest.* 23, Suppl. 108, 82 (1969)
- SUVANTO, O., and M. KORMANO: Effect of experimental Cryptorchidism and Cadmium Injury on the spontaneous contractions of the seminiferous tubules of the rat testis. *Virchows Arch. Abt. B. Zellpath.* 4, 217-224 (1970)
- SZARVAS, F. und K. KOVACS: Früh- und Spätfolgen temporärer Kreislaufblockierung im Rattenhoden. *Path. Microbiol.* 33, 14-22 (1969)

- TANDLER, J.: Lehrbuch der systematischen Anatomie. Vol. 3: Das Gefäß=System. F.C.W. Vogel: Leipzig 1926
- TEN CATE, J., G.O. HERRINGA und A. KARSSSEN: De Invloed van Verwarming en Afkoeling op de Warmtestraling van verschillende Huidgebieden van den Mensch, in het Bijzonder van het Scrotum. Nederl. Tijdschrift voor Geneesk, 77, 4677-4682 (1933)
- TESSLER, A.N., and H.P. KRAHN: Varicocele and testicular temperature. Fertil. und Steril. 17, 201-203 (1966)
- TESTUT, L.: Traité d'anatomie humaine. Vol. 3, T. 4. Doin: Paris 1894
- TESTUT, L.: Traité d'anatomie humaine. 7. Auflage. Doin: Paris 1923
- TESTUT, L. et O. JACOB: Traité d'anatomie topographique. Vol. 2, pp. 620-645. G. Doin & Cie: Paris 1931
- THOMA, R.: Über die Strömung des Blutes in der Gefäßbahn und die Spannung der Gefäßwand. Beitr. path. Anat. 66, 92-158; 256-329; 377-432 (1919)
- TIEDEMANN, F.: Tabulae arteriarum corporis humani. Fr. Chr. Müller: Karlsruhe 1822
- TJIOE, D.Y., and E. STEINBERGER: A quantitative study of the effect of ischemia on the germinal epithelium of rat testes. J. Reprod. Fertil. 21, 489-494 (1970)
- TOLDT, C.: Lehrbuch der Gewebelehre. 2. Auflage., S.521. F. Enke: Stuttgart 1884
- TOMMASI, C.: Ueber den Ursprung der Lymphgefäße im Hoden. Virchows Arch. path. Anat. 28, 370-378 (1863)
- TUFFLI, G.: Die Arterienversorgung von Hoden und Nebenhoden (Untersuchungen bei Hund und Katze). Inaug.-Diss., Zürich 1928
- TULLOCH, W.S.: Varicocele in subfertility; results of treatment. Brit. med. J. 1955/II, 356-358
- TULLOCH, W.S.: Varicocele. Proc. roy. Soc. Med. 55, 1046-1047 (1962)
- TYLER, E.T.: Practical medicine management of infertility. Ann. west. Med. Surg. 5, 491 (1951)

- VAHLENSIECK, W.: "Erweiterte Semikastration", Lymphadenektomie und "erweiterte Lymphadenektomie", Radiotherapie und zytostatische "Triple-drug-Intervalltherapie" bei germinalen Hodentumoren. Z. Urol. 61, 537-552 (1968)
- VAHLENSIECK, W.: Lymphadenektomie bei Hodentumoren. Congressus Internationalis Angiologiae in Memoriam Ratschow, Essen, 15.-18.10.1969. Fortschr. Angiologie, im Druck (1970)
- VASSILEV, J. Étude radiographique de la veine spermatique gauche au cours des varicocèles idiopathiques. Presse méd. 70, 704 (1962)
- VIMTRUP, B.: Beiträge zur Anatomie der Capillaren. I.: Über contractile Elemente in der Gefäßwand der Blutkapillaren. Z. Anat. Entw.-Gesch. (Z. ges. Anat. Abt. I) 65, 150-182 (1922)
- VOLKHEIMER, G. und H. JOHN: Gefäßwandalteration durch taktile Reize (Intimal Touch Reaktion). Angiologica 3, 126-139 (1966)
- VOLKMANN, R.: Ein Fall von acutem haemorrhagischem Infarkt und Spontangrän des Hodens. Berl. klin. Wschr. 14, 769-771 (1877)
- VRZGULOVA, M., B. HAJOVSKÁ v J. JANTOŠOVIČOVÁ: Studium výskytu A. accessoria testis v semenníku býka. Folia vet. 9, 165-171 (1965)
- VRZGULOVA, M.: Zur Frage der Regeneration des Hodenparenchyms bei Schafböcken. Morph. Jb. 114, 118-128 (1969)
- WAIBEL, P.: Traumatisch bedingte periphere Gefäßstörungen. In: Fortschritte der Angiologie, Hrsg. N. KLÜKEN, S.9-26, F.K. Schattauer Verlag:Stuttgart 1967
- WAISMAN, J., and J.B. RAMPTON: Malacoplakia of the testis and epididymis. Arch. Path.(Chicago) 86, 431-437 (1968)
- WAITES, G.M.H., and G.R. MOULE: Blood pressure in the internal spermatic artery of the ram. J. Reprod. Fert. 1, 223-229 (1960)
- WAITES, G.M.H.: Polypnoea evoked by heating the scrotum of the ram. Nature (London) 190, 172-173 (1962)
- WAITES, G.M.H., and G.R. MOULE: Relation of vascular heat exchange to temperature regulation in the testis of the ram. J. Reprod. Fert. 2, 213-224 (1961)
- WAITES, G.M.H.: The effect of heating the scrotum of the ram on respiration and body temperature. Quart. J. exp. Physiol. 47, 314-323 (1962)

- WAITES, G.M.H., and B.P. SETCHELL: Effect of local heating on blood flow and metabolism in the testis of the conscious ram. *J. Reprod. Fertil.* 9, 339-349 (1964)
- WAITES, G.M.H., and B.P. SETCHELL: Changes in blood flow and vascular permeability of the testis, epididymis and accessory reproductive organs in the rat after the administration of cadmium chloride. *J. Endocrinol.* 34, 329-342 (1966)
- WERB, J., and P. DAWSON-EDWARDS: Fulminating retroperitoneal fibrosis with pericystitis plastica. *Brit. J. urol.* 34, 444-449 (1967)
- WEISS, P.: Submikroskopische Charakteristika und Reaktionsformen der glatten Muskelzelle unter besonderer Berücksichtigung der Gefäßwandmuskelzelle. *Z. mikr.-anat. Forsch.* 78, 305-331 (1968)
- WENZEL, J. und P. KELLERMANN: Vergleichende Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem des Nebenhodens und Hodens von Mensch, Hund und Kaninchen. *Z. mikr.-anat. Forsch.* 75, 368-387 (1966)
- WENZEL, J.: Über die Regeneration der Lymphgefäße bei Fibrosis testis nach Insuffizienz der Lymphströmung. *Z. mikr.-anat. Forsch.* 77, 90-107 (1967)
- WIDMAIER, R.: Über die postnatale Hodenentwicklung und Keimzellreifung bei der Maus. *Z. mikr.-anat. Forsch.* 70, 215-241 (1963)
- WIDMAIER, R.: Über den Einfluß von Röntgenstrahlen auf die postnatale Hodenentwicklung und Keimzellreifung bei der Maus. *Zeitschr. f. mikroskop.-anatomische Forschung* 71, Heft 2, 229-255 (1964)
- WOLFF, J., W. SCHWARZ, and H.J. MERKER: Influence of Hormones on the ultrastructure of capillaries. 4th Europ. Conf. Microcirculation, Cambridge 1966. *Biol. anat.*, Vol. 9, Ed. H. HARDERS. pp. 334-337. S. Karger: Basel/New York 1967
- WOLFRAM, W.: Zur Anatomie der Arteria spermatica interna. *Klin. Wschr.* 21, 1026-1027 (1942)
- YOUNG, W.C.: The influence of high temperature on the guinea-pig testis: histologic changes and effects on reproduction. *J. exp. Zool.* 49, 459 (1927)
- YOUNG, D.: The influence of varicocele on human spermatogenesis. *Brit. J. Urol.* 28, 426-427 (1956)

ZIMMERMANN, H.: Experimentelle Untersuchungen zur quantitativen Enzymhistochemie in der Pathologie. Med. Welt (N.F.) 17, 925-932 (1966)

ZIMMERMANN, K.W.: Der feinere Bau der Blutcapillaren. Z. Anat. Entw.-Gesch. (Z. ges. Anat., I. Abt.) 68, 29-109 (1923)

VI. Sachverzeichnis

- | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Abdominoscrotale Tempera- | Binnendruck (Hoden-) | 193 |
| turdifferenz | Blutdruck | 198 |
| Amphibien | Bos taurus, Bulle | 13, 17-20 |
| Anastomosen (arteriovenöse) | 40-50, 110, 125-128, 136, 138, 201 | |
| 48-50 | Cadmiumnekrose | 11, 88-104 |
| Anastomosen (der Arterien | Capillaren (Blut-) | 74-88 |
| im Hoden) | -- (Lymph-) | 138-142 |
| 20-36, 39-40, 43, 73 | Convolut der A. spermatica | |
| Anastomosen (der Venen im | interna | 15-20, 187, 203 |
| Hoden) | Corpus Highmori | 35, 43, 44, |
| 175 | 49, 52, 59, 60, 114, 144, 192, 202 | |
| Anastomosen (der Lymphgefä- | Cremastervenen | 175 |
| se) | Descensus testis (unvoll- | |
| 123 | ständiger) | 188 |
| Anastomosenketten | Druck, hydrostatischer | 169, |
| 12 | 189 | |
| Arcade artérielle d'épidi- | Drucksenkung | 193 |
| dymis | Durchströmungsregulation | |
| 24, 175 | 188, 196 | |
| Arteria accessoria testis | Durchströmung, retrograde | 172 |
| 30, 35 | Endothel | 79-84, 138 |
| A. capitis epididymidis | Epiorchium | 32-34 |
| 33 | Externa, cadmiumhaltige | 90 |
| A. corporis epididymidis | Fertilitätsstörungen | 3 |
| 33, 35 | -- (B. Varicocele) | 4, 176, 201 |
| A. cremasterica | -- (Herniotomie) | 3, 5 |
| 12, 187, 201 | -- (Hodenhochstand) | 3, 5, 20 |
| A. deferentialis (= A. duc- | Fettkörperarterie | 23, 29 |
| tus deferentis) | Fettkörper des Samenstran- | |
| 13, 35, 201 | ges | 29, 160 |
| A. epididymidis | Fibrosierung | 182 |
| 22, 31 | Gefäßarkade des Nebenho- | |
| A. spermatica externa | dens | 12, 159, 175 |
| 12, 187 | Gefäßconvolut (A. sp.) | 17-204 |
| A. spermatica interna | Gefäßkegel | 36, 152, 201 |
| 12, 201 | Gefäßmantel des Hodens | 46 |
| --- (Wandbau) | Gefäßstrabekel | 112, 145, 203 |
| 14-16, 198 | Gefäßwandsklerosierung | 179 |
| A. testicularis propria | Hodenatrophie | 163 |
| 40, | Hodenbiopsie | 71 |
| 52-58, 60, 202 | Hodenhochstand | 3, 5, 20 |
| Arteriae centrales | Hodenparenchymschaden | 178 |
| 59-65 | Hodenvenen | 104-123 |
| Aa. centripetales | | |
| 42-53, 72 | | |
| -- (Rami recurrentes) | | |
| 12, 55, 58 | | |
| Arterien, aufsteigende | | |
| 59 | | |
| Arterien des Hodens | | |
| 13-74 | | |
| -- (des Nebenhodens) | | |
| 20-36 | | |
| Arterienconvolut | | |
| 193-200 | | |
| -- (der A. spermatica in- | | |
| terna) | | |
| 15-21, 187 | | |
| Arterienunterbindung | | |
| 37-40 | | |
| Arterienwand (Bau) | | |
| 14-16, 198 | | |
| Arteriolen | | |
| 141 | | |
| Atrophie (des Hodens) | | |
| 163 | | |
| Basalmembran | | |
| 79, 139, 145 | | |
| Bindegewebsschwäche | | |
| 169 | | |
| Bindegewebstrabekel | | |
| 112-119 | | |

Hodenvenen	104-123	Rückstromkühler	190,204
-(Anastomosen)	12,175	Sauropsiden	188
-(Vv. centrales)	12,149	Schaf (Hodengefäße b.Widder)	184
-(Vv. periphericae)	12,169	Schwein (Hodengefäße)	60,135
Hund	60,136	Scrotum	184,186
Hyperplasie (Leydigsche Zwischenzellen)	179	"Septula" testis	113,145,203
Interferenz (Pulswelle)	200	Sklerosierung (Gefäßwand)	179
Interstitielles Gewebe	140	Spiralarterien	196-200
Intertubularzwickel	141	Sterilisation, iatrogene	164
Kaninchen	136	Stier 13,17-20,29,40-50,113, 136,192,201	
Kontraktile Elemente (der Wand der Tubuli contorti)	193	Strömungsverlangsamung	19,195
Kühlmantelfunktion (des Scrotum)	184	Strömungswiderstand	198,199
Leistenbruch	3,171	Suspensorium	184
-(symptomatische Varicocele)	171	Temperaturdifferenz, abdomi- noscotale	184,185
Leydigzellhyperplasie	179	Thermoregulation	183,186
Lymphgefäße 102,123-148,152, 203		Tubuli contorti	86
-(Anastomosen)	141,145	-(kontraktile Elemente)	193
-(proximaler Verlauf)	148,152	Tunica albuginea	101,112,146
-(Verletzung; Unterbrechung bei Operationen)	165	Tunica vasculosa	59
-(experimentelle Unterbre- chung)	182	Unterbindungsversuche	27
Marsupialier	190,200	-(Arterien)	37-40,109
Mediastinum testis	111	-(Venen)	104-109,165
Mensch (Hodengefäße) 20-29, 52-74,116-124,128, 145,154		Variabilität der Nebenhoden- gefäße beim Menschen	29
Microvilli, endotheliale	80	Varicocele	4,162,187
Monotremata	188	-(Hodenparenchymschaden)	178
Mus rattus 13,50,77,115-116, 201		Varicocelenoperationen	3,40, 163-168, 173, 191
Nebenhoden 20-36,131,159,177		Vasa ductus deferentis s. -Vasa deferentialia	12,191
Oedemsklerose	181,182	(Ursprung der Arterie aus d. A.iliaca interna oder deren Ästen A.Vesicalis inferior oder A.umbilicalis, Einmün- dung der Venen in den Plex- us vesicalis/prostaticus)	
Periorchium	32-34,202	Vasa spermatica externa	12,156
Phlebektasie	172	(Ursprung der Arterie aus d. A.epigastrica inferior bzw. caudalis aus d. A.iliaca ex- terna, Einmündung der Venen in die Vv.epigastricae inf.)	
Plexus accessorius	111	Vasa spermatica interna	12,162
Plexus pampiniformis 149-162 12,175,191,194,203		(Ursprung der Arterie aus d. Aorta descendens, Einmündg. d. Venen rechts in die Vena cava inferior s. caudalis, links meist in die V.renali- s, der Lymphgefäße in die paraaortalen Lymphknoten)	
Praecapillaren	79	Vena cava inferior	169
Pseudoregeneration	79,110	V. cremasterica	156
Pulswelle	193	V. deferentialis (=V.ductus deferentis)	12,156,159
Querkapillaren 77,80-86, 203			
Rami recurrentes 12,53,58,72			
Rankenconvolut (der A. sper- matica interna) 15-20,187,203			
Ratte (Mus rattus) 13,50,77, 115-116,201			
Reflux (Vv. spermaticae in- ternae)	180		
Rete testis	86		
Rückstau der Vv. spermaticae b.Varicocele 109,169,172,180			

Vena marginalis epididymidis	Venenunterbindung	104-109,
155,156		165
V. pudendalis externa	Venolen	86,89
V. renalis sinistra	Wärmeaustausch	187,190,196
V. testis	Widder	184
Venae centrales testis	Zentralarterien	59-65
120-123,149	Zentralvenen	111,113,120-
Vv. periphericae testis		122
Vv. radiatae testis	Zirkulation, "langsame"	188,
Vv. spermaticae externae		195
Vv. spermaticae internae	Zwickelcapillaren	77,203
162,163	Zwischenzellen, Leydigsche	
Venen (Anastomosen)		39,179
110-122,	-(Hyperplasie bei Varico-	
175	cele)	179
Venenklappen, Insuffizienz		169

Herrn Prof. Dr. K.W. KALKOFF, Direktor der Hautklinik der Universität Freiburg i.Br. und Herrn Prof. Dr. L. ILLIG, Direktor der Hautklinik der Universität Gießen, möchte ich für die Förderung dieser Arbeit danken.

Für vielfältige technische Unterstützung danke ich besonders Herrn Prof. Dr. L. KELLER (Anatomisches Institut der Universität Freiburg i.Br.), Herrn Prof. Dr. J. STAUBESAND (Direktor des Anatomischen Institutes der Universität Freiburg i.Br.), Herrn Prof. Dr. F. HAMMERSEN (Anatomisches Institut der Universität Freiburg i.Br.), Herrn Prof. Dr. W. MEYHÖFER (Andrologische Abteilung der Universitäts-Hautklinik Gießen) und Herrn Prof. Dr. A. OKSCHE (Direktor des Anatomischen Institutes der Universität Gießen).

Folgenden durch technische Assistenz, durch photographische Arbeiten und Schreibarbeiten an der Fertigstellung der vorliegenden Untersuchung beteiligten Mitarbeitern möchte ich herzlich danken: aus Freiburg Frl. G. BARTENSTEIN, Frau S. BEIER, Frl. C. DOSCH, Herrn F. KAUT, Frau B. KETELSEN, Frl. E. KNÜHL, Herrn G. SEIFFERT und Frl. G. SINNER; aus Gießen Frl. F. SCHWARZ und Herrn W. SPIESMACHER.

